



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 699 10 502 T2 2004.06.17

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 0 970 814 B1

(51) Int Cl.⁷: B41J 2/205

(21) Deutsches Aktenzeichen: 699 10 502.1

(96) Europäisches Aktenzeichen: 99 305 069.9

(96) Europäischer Anmeldetag: 28.06.1999

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 12.01.2000

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 20.08.2003

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 17.06.2004

(30) Unionspriorität:

18302898	29.06.1998	JP
17466899	21.06.1999	JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT, NL

(73) Patentinhaber:

Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(72) Erfinder:

Takayama, Hidehito, Ohta-ku, Tokyo, JP;
Matsumoto, Kazumasa, Ohta-ku, Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336
München

(54) Bezeichnung: Druckverfahren 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 eingereicht, 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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Druckverfahren und eine Druckvorrichtung, genauer ausgedrückt, ein Druckverfahren und eine Druckvorrichtung zum Drucken eines Bildes auf einem Druckmedium nach dem Tintenstrahldruckverfahren unter Verwendung eines Druckkopfes.

[0002] Druckeinheiten, mit welchen Drucker, Kopierer, Faxgeräte usw. ausgerüstet sind, werden zum Drucken eines Bildes in Form eines Punktmusters auf einem Aufzeichnungsmedium wie Papier oder Plastfolie auf der Grundlage von Bildinformationen verwendet. Druckvorrichtungen werden entsprechend dem Druckverfahren in Tintenstrahldrucker, Nadeldrucker, Wärmedrucker, Laserstrahldrucker usw. klassifiziert.

[0003] Der Tintenstrahldrucker (Tintenstrahldruckvorrichtung) ist so konstruiert, daß aus Düsen des verwendeten Druckkopfes Tintentröpfchen (Druckflüssigkeitströpfchen) auf ein Druckmedium ausgestoßen werden, welche auf diesem haften bleiben und ein Bild erzeugen.

[0004] In den vergangenen Jahren sind die Forderungen hinsichtlich hoher Druckleistungen wie Hochgeschwindigkeitsdrucken, hohe Auflösung und hohe Qualität bei geringer Geräuschentwicklung gestiegen. Diese Forderungen erfüllen die Tintenstrahldruckvorrichtungen, welche inzwischen relativ kompakt ausgeführt und immer beliebter werden.

[0005] In diesen Tintenstrahldruckvorrichtungen wird ein mit zahlreichen in einer Reihe angeordneten Düsen versehener Druckkopf zum Hochgeschwindigkeitsaufzeichnen oder ein aus mehreren Köpfen entsprechend der Tintenanzahl zusammengesetzter Druckkopf zum Farbdrucken verwendet.

[0006] Bei diesen Tintenstrahldruckköpfen werden zur Realisierung hoher Auflösung und hoher Qualität Halbtonverarbeitungsverfahren wie das Phasenmodulationsverfahren oder das Fehlerdiffusionsverfahren angewendet, nach welchen die in den Bildinformationen enthaltenen Farbtöne zuverlässig reproduziert werden können.

[0007] Wenn gemäß diesen Farbtonreproduktionsverfahren die Druckvorrichtung ein hohes Auflösungsvermögen (etwa 40 oder mehr Punkte/mm) hat, kann ausgezeichnetes Mehrschichtdrucken durchgeführt werden. Bei einem geringen Auflösungsvermögen (etwa 14 bis 28 Punkte/mm) der Druckvorrichtung treten die gedruckten Punkte eines dunklen Abschnitts des erzeugten Bildes sichtbar in Erscheinung und die Diskontinuität der Pixel vergrößert die Körnigkeit des erzeugten Bildes.

[0008] Zur Vergrößerung der Anzahl an Farbtönen wurde kürzlich ein Verfahren entwickelt, welches jeden Druckpunkt als mehrwertigen Punkt darstellt.

[0009] Bei einem bekannten Verfahren werden z. B. die Spannung, die Impulsbreite oder andere an den

Druckkopf zu sendenden Parameter entsprechend gesteuert, um den Durchmesser jedes auf dem Druckmedium zu erzeugenden Druckpunktes zu modulieren und dadurch den gewünschten Farbton zu erhalten. Dieses Verfahren ist jedoch hinsichtlich der Minimalgröße eines druckbaren Punktes nur begrenzt anwendbar. Obwohl es mit diesem Verfahren schwierig ist, viele Farbtöne stabil zu reproduzieren, ist dieses Verfahren in die Praxis eingeführt worden, um verschiedene Farbtöne wiederzugeben.

[0010] Es ist auch ein Dichtemodulationsverfahren bekannt, bei welchem die Dichte von Punkten in einer vorgegebenen Punktmatrix (bestimmter Bereich) verändert wird, während die Punktgröße die gleiche bleibt. Dieses Verfahren erfordert jedoch zur Erhöhung der Anzahl an realisierbaren Farbtönen einen relativ großen Bereich, wodurch die Auflösung sich aber verschlechtert.

[0011] Um mit einer Tintenstrahldruckvorrichtung die Farbtonwiedergabe zu verbessern und hochdichte, mehrschichtige Bilder zu erzeugen, wurden folgende Verfahren vorgeschlagen und in die Praxis eingeführt: das sogenannte Mehrtröpfchenverfahren zur Erzeugung eines Punktes mit mehreren im wesentlichen auf die gleiche Stelle eines Druckmediums ausgestoßenen Tröpfchen, d. h. durch Veränderung der Anzahl der auf die gleiche Stelle auszustoßenden Tröpfchen, um den gewünschten Farbton zu erhalten, das Druckverfahren zur Reproduktion von Farbtönen durch Erzeugung von mindestens zwei Druckpunkten der gleichen Farbe, aber unterschiedlicher Dichte bei Verwendung mehrerer Farben unterschiedlicher Dichte und eine Kombination dieser beiden Verfahren. So offenbart z. B. das Dokument EP-A-0 606 022 ein Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren zum Aufzeichnen auf einem Druckmedium durch Ausstoßen von Tinte aus den Ausstoßöffnungen eines Aufzeichnungskopfes bei Verwendung mehrerer Tinten der gleichen Farbe, aber unterschiedlicher Dichte.

[0012] Eines der Pseudo-Farbtonwiedergabeverfahren ist das Fehlerdiffusionsverfahren (R. FLOYD & L. STENBERG, „Anpaßalgorithmus für den Graubereich“ SID'75 DIGEST, Seiten 36–37. Zur Realisierung eines Bilddruckverfahrens mit Hilfe dieses Fehlerdiffusionsverfahrens schlugen Katoh, Y. Arai, Y. Yasuda ein sogenanntes „Mehrwertfehlerdiffusionsverfahren,“ vor (Nationale Kommunikationskonferenz der Society of Electronic Communication in Japan (1973), Seite 504 (in japanischer Sprache), bei welchem anstelle des beim herkömmlichen Fehlerdiffusionsverfahren verwendeten fixen Grenzwert mehrere Grenzwerte herangezogen werden.

[0013] Wenn z. B. der Bilddatenwert pro Pixel im Bereich 0 bis 255 liegt, wird gemäß dem Stand der Technik „128“ als Grenzwert für das Fehlerdiffusionsverfahren vorgegeben, um Binärdaten zu erhalten. Wenn aber nach dem von Katoh, Y. Arai, Y. Yasuda vorgeschlagenen „Mehrwertfehlerdiffusionsverfahren“ ein Halbtonbild mit zwei Tinten unterschiedlicher

Dichte gedruckt werden soll, werden als Grenzwerte „85“ und „175“ vorgegeben, um bei zwei verschiedenen Druckdichten Ternärbilddaten zu erhalten.

[0014] Kürzlich wurden auch Versuche unternommen, ein Verfahren zur Durchführung des Farbhalbtondruckens mit drei oder mehr Tinten unterschiedlicher Dichte zu realisieren, um Mehrwertdaten für diese unterschiedlichen Dichten zu erhalten, welche ein qualitativ hochwertiges Bild widerspiegeln.

[0015] Um eine Verschlechterung der Druckqualität einer Tintenstrahlvorrichtung zu verhindern, werden zum Entfernen unerwünschter Substanzen und Bläschen aus den Flüssigkeitskanälen Saug- und Druckeinheiten verwendet, mit welchen aus den Düsen des Druckkopfes Tinte gezogen oder gedrückt wird. An den Düsen in der Tintenausstoßfläche des Druckkopfes haftende Tintenkoagulate werden mittels eines Wischelements entfernt.

[0016] Die an der Tintenausstoßfläche des Druckkopfes beim Ausstoßen sich absetzende Tinte kann schwere Ausstoßmängel verursachen, so daß in bestimmten Zeitabständen ein Wischvorgang durchgeführt wird.

[0017] Um Tinte, deren Viskosität sich durch Verdampfung des in dieser enthaltenen Lösungsmittels erhöht hat, aus den beim Drucken nicht genutzten Düsen zu entfernen, wird in bestimmten Zeitabständen ein Vorausstoßvorgang durchgeführt, welcher sich von dem beim Drucken ablaufenden Ausstoßvorgang unterscheidet. Durch diese Regenerierung wird jede Düse ständig mit frischer Tinte versorgt.

[0018] Nach dieser Regenerierung verdampft jedoch sofort wieder Lösungsmittel an der Düsen spitze, wodurch erneut eine Dichteerhöhung der Tinte eintritt.

[0019] Besonders beim Mehrtröpfchenverfahren oder beim Farbtonwiedergabeverfahren, bei welchem Tinten der gleichen Farbe, aber unterschiedlicher Dichte verwendet werden, wird mit steigender Tintendichte das Farbtongleichgewicht verschlechtert, so daß die Farbtonkontinuität verloren geht. Dadurch treten bei einem gedruckten Bild Pseudokonturen auf, welche in einigen Fällen zur Verschlechterung der Bildqualität führen.

[0020] Das Dokument EP-A-0 942 585, welches unter Artikel 54(3) der EPO nur den Stand der Technik widerspiegelt, offenbart ein Bildverarbeitungsverfahren und eine Vorrichtung, bei welcher aus dem Tintenstrahldruckkopf mehrere Tinten unterschiedlicher Dichte ausgestoßen werden, wobei das Verfahren mehrere Schritte aufweist, einen Eingabeschritt zum Eingeben von Bilddaten, einen Berechnungsschritt zum Berechnen des Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte, einen Vorausbestimmungsschritt zum Vorausbestimmen der Dichteänderung der Tinte in Abhängigkeit von dem im Berechnungsschritt berechneten Zeitverlauf, einen Auswahlschritt zum Auswählen der Tintenart, welche geeignet ist, den Dichtewert zu repräsentieren, welchen die auf der Grundlage der im Vorausbestimmungsschritt voraus-

bestimmten Dichteänderung ermittelten Bilddaten anzeigen, und einen Ansteuerungsschritt zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte der im Auswahlschritt ausgewählten Art.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0021] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Druckverfahrens und einer Druckvorrichtung zum Drucken qualitativ hochwertiger Bilder bei guter Farbtonwiedergabe selbst beim Ausstoßen von Tinten der gleichen Farbe, aber unterschiedlicher Dichte auf den gleichen Abschnitt eines Druckmediums zur Erzeugung eines farbtongetreuen Punktes.

[0022] Unter einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Druckverfahren zur Durchführung von Druckvorgängen auf einem Druckmedium durch Ausstoßen mehrerer Tinten unterschiedlicher Dichte aus einem Druckkopf bereitgestellt, welches aufweist: einen Eingabeschritt zum Eingeben mehrwertiger Bilddaten, dadurch gekennzeichnet, daß es weitere Schritte aufweist, einen Berechnungsschritt zum Berechnen des Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf, einen Vorausbestimmungsschritt zum Vorausbestimmen der Druckdichteänderung der Tinte entsprechend dem im Berechnungsschritt berechneten Zeitverlauf, einen Auswahlschritt zum Auswählen der Tintenart und der Tintenausstoßmenge pro Einzelausstoß, welche geeignet sind, den durch die eingegebenen mehrwertigen Bilddaten angezeigten, im Vorausbestimmungsschritt auf der Grundlage der Druckdichteänderung der Tinte vorausbestimmten Dichtewert zu repräsentieren, und einen Ansteuerungsschritt zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte aus diesem auf der Grundlage der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenmenge.

[0023] Der Auswahlschritt ist in zwei Schritte unterteilt, in den Schritt zum Auswählen der Art der ausstoßenden Tinte auf der Grundlage der mehrwertigen Bilddaten und den Schritt zur Veränderung der Tintenmenge der ausgewählten Tintenart in Übereinstimmung mit der vorausbestimmten Dichteänderung.

[0024] Durch entsprechendes Ansteuern des Druckkopfes können Tintentröpfchen unterschiedlicher Dichte im wesentlichen auf die selbe Pixelstelle des Druckmediums ausgestoßen werden.

[0025] Im Vorausbestimmungsschritt wird vorwiegend eine Charakteristikänderungstabelle verwendet, in welcher die Beziehung zwischen dem Zeitverlauf und der Dichteänderung der Tinte gespeichert ist. Eine solche Charakteristikänderungstabelle kann für jede der zahlreichen Tinten unterschiedlicher Dichte vorbereitet und auch neu geschrieben werden.

[0026] Die Anzahl der Druckköpfe kann der Anzahl an Tinten unterschiedlicher Dichte entsprechen.

[0027] Im Auswahlschritt können die Tintenart und

die Tintenmenge für jedes zu bedruckende Pixel ausgewählt werden.

[0028] Die zahlreichen Tinten unterschiedlicher Dichte haben die gleiche Farbe.

[0029] Das Druckverfahren kann außerdem einen Pseudohalbtontschritt zur Verarbeitung eines Pseudohalbtones durch Nutzung des Fehlerdiffusionsverfahrens aufweisen, um den durch die eingegebenen mehrwertigen Bilddaten angezeigten Dichtewert darzustellen.

[0030] Unter einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Druckvorrichtung zur Durchführung von Druckvorgängen auf einem Druckmedium durch Ausstoßen mehrere Tinten unterschiedlicher Dichte aus einem Druckkopf bereitgestellt, welche aufweist: eine Eingabeeinheit zur Eingabe mehrwertiger Bilddaten, dadurch gekennzeichnet, daß diese außerdem aufweist: eine Berechnungseinheit zum Berechnen des Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf, eine Vorausbestimmungseinheit zum Vorausbestimmen der Dichteänderung der Tinte entsprechend dem von der Berechnungseinheit berechneten Zeitverlauf, eine Auswahlseinheit zum Auswählen der Tintenart und der Tintenausstoßmenge pro Einzelausstoß, welche geeignet sind, den Dichtewert zu repräsentieren, den die von der Eingabeeinheit eingegebenen, von der Vorausbestimmungseinheit auf der Grundlage der Dichteänderung der Tinte vorausbestimmten mehrwertigen Bilddaten anzeigen, und eine Ansteuerungseinheit zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte aus diesem auf der Grundlage der von der Auswahlseinheit ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge.

[0031] Zur Auswahlseinheit gehören vorzugsweise ein Baustein zum Auswählen der Art der auszustoßenden Tinte auf der Grundlage der mehrwertigen Bilddaten und ein Baustein zur Änderung der Ausstoßmenge der ausgewählten Tintenart in Übereinstimmung mit der vorausbestimmten Dichteänderung.

[0032] Die auf der Grundlage des genannten Druckverfahrens betriebene Druckvorrichtung weist weitere Merkmale auf. So weist der Druckkopf zum Beispiel zahlreiche Düsen zum Ausstoßen von Tinte auf, von den jede mit einem elektrothermischen Wandler zur Erzeugung der für das Ausstoßen von Tinte erforderlichen Wärmeenergie und mehreren elektrothermischen Wandlern zur Veränderung der Tintenausstoßmenge bestückt ist.

[0033] Zum Auswählen der Tintenart und der Tintenausstoßmenge für jedes zu bedruckende Pixel wird eine Tabelle verwendet, welche die Beziehung zwischen dem durch die eingegebenen mehrwertigen Bilddaten repräsentierten Dichtewert und einem repräsentativen Dichtewert durch Kombination von Tinten unterschiedlicher Dichte zeigt.

[0034] Unter noch einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird zur Erfüllung der genannten Aufgabe ein maschinenlesbarer Speicher bereitge-

stellt, in welchem ein Programm zur Durchführung des Druckens auf einem Druckmedium durch Ausstoßen mehrerer Tinten unterschiedlicher Dichte aus einem Druckkopf gespeichert wird, wobei das Programm Codes für die Verarbeitung der eingegebenen mehrwertigen Bilddaten aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm außerdem aufweist: Codes zur Verarbeitung des berechneten Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf, Codes zur Verarbeitung der im Vorausbestimmungsschritt vorausbestimmten Druckdichteänderung der Tinte entsprechend dem im Berechnungsschritt berechneten Zeitverlauf, Codes zur Verarbeitung der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge pro Einzelausstoß, welche geeignet sind, den Dichtewert zu repräsentieren, den die eingegebenen, im Vorausbestimmungsschritt auf der Grundlage Druckdichteänderung der Tinte vorausbestimmten mehrwertigen Bilddaten anzeigen, und Codes zur Verarbeitung der Druckkopfansteuerung zwecks Ausstoßens von Tinte aus dem Druckkopf auf der Grundlage der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge. Wenn in Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung das Drucken auf einem Druckmedium durch Ausstoßen mehrerer Tinten unterschiedlicher Dichte aus einem Druckkopf durchgeführt werden soll, wird der Zeitverlauf ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf berechnet, die Dichteänderung der Tinte entsprechend dem berechneten Zeitverlauf vorausbestimmt, auf der Grundlage der vorausbestimmten Dichteänderung der Tinte eine Auswahl der Tintenart und der Tintenausstoßmenge vorgenommen, welche geeignet sind, den Dichtewert zu repräsentieren, den die eingegebenen mehrwertigen Bilddaten anzeigen, und der Druckkopf zwecks Ausstoßens von Tinte aus diesem auf der Grundlage der ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge angesteuert.

[0035] Der Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht besonders darin, daß im Falle der Dichteänderung der über einen längeren Zeitraum im Druckkopf verbleibenden Tinte die geänderte Dichte durch Verwendung einer weiteren Tinte anderer Dichte oder durch Änderung der Tintenausstoßmenge korrigiert werden kann. Das ermöglicht das Drucken qualitativ hochwertiger Bilder.

[0036] Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen zu erkennen, wobei ähnliche Teile mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0037] Die beiliegenden Zeichnungen sind Bestandteil der Spezifikation, zeigen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung und dienen in Verbindung mit der Beschreibung dazu, die Prinzipien der Erfindung zu erläutern.

[0038] **Fig. 1** zeigt in Tabellenform die Beziehung zwischen dem Dichtewert der Bilddaten und dem Ausstoßen von Tinte.

[0039] **Fig. 2** zeigt im Diagramm die Beziehung zwischen der Tintenausstoßmenge und der Übertragungsdichte im Tinte/Film-System.

[0040] **Fig. 3** zeigt im Blockschaltbild den funktionalen Aufbau eines Tintenstrahldruckers gemäß einer repräsentativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0041] **Fig. 4A** zeigt im Blockschaltbild den detaillierten funktionellen Aufbau einer Bildverarbeitungseinheit **6**, bei welcher das Fehlerdiffusionsverfahren nicht angewendet wird.

[0042] **Fig. 4B** zeigt im Blockschaltbild den detaillierten funktionellen Aufbau einer Bildverarbeitungseinheit **6**, bei welcher das Fehlerdiffusionsverfahren angewendet wird.

[0043] **Fig. 5** zeigt die Draufsicht einer Druckvorrichtung **7**.

[0044] **Fig. 6** zeigt die Ansicht der Ausstoßfläche eines Druckkopfes **21**.

[0045] **Fig. 7** zeigt in Tabellenform das Ausstoßen/Nichtausstoßen von Tinten D1, D2, D3, D4 bei einem 8-Bit-Bildsignalpegel pro Pixel.

[0046] **Fig. 8** zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der Tintendichteerhöhung und der Zeit der Nichtausstoßperiode.

[0047] **Fig. 9** zeigt in Diagrammform die Tintendichteerhöhung (dD), ausgedrückt durch die Nichtausstoßpunktanzahl bei einer Ausstoßfrequenz von 10 kH, als Funktion der in **Fig. 8** auf der Abszisse aufgetragenen Nichtausstoßperiode.

[0048] **Fig. 10** zeigt in Tabellenform die Tintendichteerhöhung (Charakteristikänderungstabelle).

[0049] Die **Fig. 11A** und **11B** zeigen schematisch einen Teil der in **Fig. 5** dargestellten Druckvorrichtung **7**, speziell den Druckvorgang in Schlittenbewegungsrichtung (Abtasthauptrichtung).

[0050] **Fig. 12** zeigt in Tabellenform ein Beispiel des in der Seitenspeicherarbeitsfläche des Bildverarbeitungsbereichs eines RAM **5** gespeicherten Dichtesignalpegels zum Drucken eines Bildes auf dem in den **Fig. 11A** und **11B** schematisch dargestellten Druckmediums **24**.

[0051] **Fig. 13** zeigt in Tabellenform die Addition der Mehrwertfehlerdiffusionsgrenzwerte zu den in der Tabelle 7 zusammengefaßten Werten entsprechend den Bilddichtesignalpegeln der Tintenübertragungsdichten.

[0052] **Fig. 14** zeigt in Tabellenform die in Speichern Md1, Md2, Md3, Md4 gespeicherten Ternärsignalwerte.

[0053] **Fig. 15** zeigt in Tabellenform die Dichteverteilung bei Verwendung eines eingegebenen Bilddichtesignals zur Durchführung des Druckens.

[0054] **Fig. 16** zeigt ein Beispiel der Verteilung eines Fehlers in einem Zielpixel bezüglich benachbarter Pixel bei Anwendung des Fehlerdiffusionsverfahrens gemäß dieser Ausführungsform.

[0055] **Fig. 17** zeigt die Schnittansicht eines Flüssigkeitskanals im Druckkopf **21**.

[0056] Die **Fig. 18A** und **18B** zeigen in Diagrammform die Beziehung zwischen einem an die elektrothermischen Wandler **50-1** und **50-2** gesendeten Signal, dem Bläschenvolumen und der Tintentröpfchenausstoßmenge (Tröpfchengröße).

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

[0057] Nachfolgend wird in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen die bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung detailliert beschrieben.

[0058] Zur besseren Verständlichkeit wird der Fall beschrieben, bei welchem das Drucken eines Übertragungsbildes bei Verwendung eines Tinte/Film-Systems mit additiver Eigenschaft erfolgt.

[Additive Eigenschaft]

[0059] Ein Tinte/Film-System mit additiver Eigenschaft ist ein System, bei welchem zum Drucken eines Übertragungsbildes auf einem transparenten Film mit einem Tintenstrahldrucker durch Mehrfachüberlagerung von Tinte auf dem selben Pixel dessen Dichte vergrößert wird.

[0060] Eine solche additive Eigenschaft trifft zum Beispiel auf den nachfolgend beschriebenen Fall zu.

[0061] Wenn eine 2-prozentige Lösung aus dem Farbstoff Direktschwarz **19** mit einem Tintenstrahldrucker gleichmäßig auf einen als Druckblatt dienen den Transparenzfilm CF-301 aufgetragen wird, entsteht ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 0,8D. Wenn aber eine 1-prozentige Lösung aus diesem Farbstoff unter den gleichen Bedingungen gleichmäßig auf dieses Blatt aufgetragen wird, hat das erzeugte Bild eine Übertragungsdichte von nur 0,4D. Durch Überlagerung dieser beiden Tinten unterschiedlicher Dichte kann ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 1,2D erzeugt werden. In Versuchen wurden nachgewiesen, daß bei diesem Tinte/Film-System die additive Eigenschaft im Bereich von 0 bis 2,5D liegt.

[0062] In einem Tinte/Film-System mit dieser additiven Eigenschaft kann durch Überlagerung mehrerer Tinten unterschiedlicher Dichte auf der selben Pixelstelle die Anzahl an Farbtönen wesentlich erhöht werden.

[Tintendichte]

[0063] Nachfolgend wird auf die Dichte der bei einem Tintenstrahldrucker verwendeten Tinten näher eingegangen.

[0064] Es wird der Fall beleuchtet, bei welchem die Erzeugung eines Bildes mit vier Tinten (D1, D2, D3, D4) erfolgt.

[0065] Wenn die aus dem Tintenstrahldrucker aus-

gestoßenen Tinten ohne Überfließen bis zu viermal auf der selben Pixelstelle überlagert werden können und die additive Eigenschaft gilt, kann durch Veränderung der Kombination der vier auszustoßenden Tinten D1, D2, D3 und D4 im Dichteverhältnis 1 : 2 : 4 8 die maximale Anzahl an Farbtönen erhalten werden.

[0066] **Fig. 1** zeigt in Tabellenform ein Beispiel der Beziehung zwischen dem Dichtewert der Bilddaten und dem Tintenausstoß. Bei dieser Ausführungsform kann ein zweistufiger Tintenausstoßvorgang bei einer Tintenausstoßmenge von 40 pl bzw. 20 pl aus jeder Düse pro Tintenausstoß aus dem Druckkopf des Tintenstrahldruckers durchgeführt werden. In der nachfolgenden Beschreibung wird der mit 40 pl durchgeführte Tintenausstoß als „Ausstoß großer Tröpfchen (= 2)“, der mit 20pl durchgeführte Tintenausstoß als „Ausstoß kleiner Tröpfchen (= 1) und kein Ausstoßen von Tinte als „kein Ausstoß von Tröpfchen (= 0)“ bezeichnet.

[0067] Auf die Tintenausstoßmenge wird später näher eingegangen.

[0068] Die in **Fig. 1** verwendeten Symbole d1 bis d4 kennzeichnen Signale für das Ausstoßen/Nichtausstoßen der Tinten D1 bis D4. Jedes dieser Signale d1 bis d4 ist ein Ternärsignal, wobei „2“ für „Ausstoß großer Tröpfchen“, „1“ für „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ und „0“ für „kein Ausstoß“ gilt. Wenn der Dichtewert der Bilddaten zum Beispiel „10“ beträgt, werden die Tinten D2 und D4 überlagert auf die selbe Pixelstelle ausgestoßen.

[0069] Da wie beschrieben das Dichteverhältnis der vier Tinten auf 1 : 2 : 4 : 8 eingestellt ist, können durch Kombination Ausstoßen/Nichtausstoßen von Tinte bei kontinuierlicher Dichte die Bilddaten, welche sechzehn (16) Dichtepegel zeigen, durch die Ziffern „0“ bis „15“ dargestellt werden.

[0070] Wenn Tinten mit „n“ unterschiedlichen Dichten verwendet werden und das Druckblatt die „n“-fach auf die selbe Stelle ausgestoßene Tintenmenge absorbieren kann, ist es möglich, das die maximale Anzahl an Farbtönen repräsentierende Tintendichteverhältnis wie folgt auszudrücken:

$$D1 : D2 : \dots : Di : \dots : Dn = 1 : 2 : \dots : 2^{i-1} : \dots : 2^{n-1}.$$

[0071] Daraus ergibt sich in diesem Fall für die maximale Anzahl an Farbtönen Ds

$$Ds = (1 + 2 + \dots + 2^{i-1} + \dots + 2^{n-1}) + 1 = 2^n$$

[0072] Mit anderen Worten, bei Tinte mit „n“ unterschiedlichen Dichten kann durch Kombination der Tinten bei Dichteverhältnissen von 1 : 2 : \dots : 2^{i-1} : \dots : 2^{n-1} die maximale Anzahl an Farbtönen von 2^n pro Pixel vorgegeben werden.

[Tintenausstoßmenge]

[0073] Nachfolgend wird auf die Tintenausstoßmen-

ge näher eingegangen.

[0074] Wenn mit einem Tintenstrahldrucker auf einem Druckfilm ein Übertragungsbild gedruckt werden soll, ist die auf einem Pixel haftende Tintenausstoßmenge proportional der Übertragungsdichte.

[0075] Die proportionale Beziehung wird nachfolgend an einem Beispiel erläutert.

[0076] Wenn mit einem Tintenstrahldrucker eine 2-prozentige Lösung aus dem Farbstoff Direkt-schwarz **19** in einer Menge von 40 pl gleichmäßig auf einen als Druckmedium dienenden BJ-Transparenz-film CF-301 ausgestoßen wird, entsteht ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 0,8D. Wenn aber eine 1-prozentige Lösung aus diesem Farbstoff in einer Menge von 40 pl gleichmäßig auf dieses Druckmedium ausgestoßen wird, entsteht ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 0,4D.

[0077] Wenn die Ausstoßmenge dieser beiden Tinten unterschiedlicher Dichte auf 20 pl verringert wird und beide Tinten gleichmäßig auf das Druckmedium ausgestoßen werden, entsteht bei der 2-prozentigen Lösung ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 0,4D und bei der 1-prozentigen Lösung ein Bild mit einer Übertragungsdichte von 0,2D.

[0078] **Fig. 2** zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der Tintenausstoßmenge und der Übertragungsdichte beim Tinte/Film-System.

[0079] Wie aus diesem Diagramm zu erkennen ist, sind die Tintenausstoßmenge und die Übertragungsdichte proportional zueinander. In Versuchen wurde nachgewiesen, daß die Proportionalität zwischen der Tintenausstoßmenge und der Übertragungsdichte im wesentlichen für den Übertragungsdichtebereich 0 bis 2,5D zutrifft.

[0080] Bei einem Tinte/Film-System, bei welchem die Proportionalitätsbeziehung gilt, kann durch Änderung der Tintenausstoßmenge die Anzahl an Farbtönen erhöht werden.

[Aufbau der Druckvorrichtung]

[0081] **Fig. 3** zeigt im Blockschaltbild die Anordnung der funktionellen Komponenten eines Tintenstrahldruckers gemäß einer repräsentativen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0082] In **Fig. 3** kennzeichnet das Bezugszeichen **1** eine Bildeingabeeinheit in Form eines Scanners, das Bezugszeichen **2** eine mit mehreren Tasten zum Einstellen bestimmter Parameter und zum Auslösen des Druckbeginns bestückte Bedienungseinheit und das Bezugszeichen **3** eine ZVE zur Steuerung der gesamten Vorrichtung über verschiedene Programme.

[0083] Das Bezugszeichen **4** kennzeichnet ein zum Betreiben der Vorrichtung verwendetes Speichermedium in Form eines ROM, einer FD (Floppy-Diskette), einer CD-ROM einer HD (Festplatte) einer Speicher-karte oder einer die Steuerprogramme und die Fehlerverarbeitungsprogramme speichernde magneto-optische Diskette. Alle mit der Vorrichtung gemäß dieser Ausführungsform durchgeführten Vorgänge

basieren auf dem Ablauf dieser Programme.

[0084] Zum Speichermedium **4** gehören eine Kontrastfaktorkorrekturmwandlungstafel **4a**, auf welche bei der Kontrastfaktorumwandlungsverarbeitung näher eingegangen wird, eine Tintenverteilungstafel **4b**, auf welche bei der später beschriebenen Tintenverteilungsverarbeitung näher eingegangen wird, eine Tafel **4c**, auf welcher die Beziehung zwischen der Tintendicheerhöhung und der ausstoßfreien Zeit aufgetragen ist und auf welche bei der Beschreibung der Mehrfarbtonverarbeitung und der Tintenverteilungsverarbeitung näher eingegangen wird, und eine Steuerprogrammgruppe **4d**, zu welcher die verschiedenen Programme zusammengefaßt sind.

[0085] Das Bezugszeichen **5** kennzeichnet einen RAM, welcher bei Durchführung der im Speichermedium **4** gespeicherten Programme durch die ZVE **3** als Arbeitsbereich, bei der Fehlerverarbeitung als temporärer Sicherungsbereich und während der Bildverarbeitung als Arbeitsbereich dient. Sobald verschiedene der im Speichermedium **4** gespeicherte Tafeln kopiert und im RAM **5** gespeichert sind, kann die ZVE **3** die Tafelinhalte ändern und mit Hilfe der geänderten Tafeln die Bildverarbeitung durchführen.

[0086] Das Bezugszeichen **6** kennzeichnet eine Bildverarbeitungseinheit zur Erzeugung eines Ausstoßmusters, um auf der Grundlage der eingegebenen Bilddaten die Mehrschichtrepräsentation nach dem Tintenstrahlverfahren zu realisieren, das Bezugszeichen **7** eine Druckeinheit (Drucker) zur Erzeugung eines Punktbildes während des Druckvorgangs auf der Grundlage des von der Bildverarbeitungseinheit **6** erzeugten Ausstoßmusters und das Bezugszeichen **8** eine Busleitung zum Übertragen von Adreßsignalen, Daten, Steuersignalen usw. an die Komponenten der Druckvorrichtung.

[Bildverarbeitungseinheit]

[0087] Die Bildverarbeitungseinheit kann entweder ohne oder mit Fehlerdiffusionsverfahren zur mehrwertigen Darstellung eines Bildes arbeiten.

[0088] Zuerst wird die Funktion der Bildverarbeitungseinheit **6** ohne Anwendung des Fehlerdiffusionsverfahrens beschrieben.

[0089] **Fig. 4A** zeigt im Blockschaltbild den funktionalen Ablauf bei der Bildverarbeitungseinheit **6**.

[0090] Wie **Fig. 4A** zeigt, wird ein von der Bildeingabeinheit **1** eingegebenes Bildsignal CV in ein Signal CD umgewandelt, welches durch Verwendung der Kontrastfaktorkorrekturmwandlungstafel **4a** die Dichte in einem Kontrastfaktorkorrekturprozessor **11** anzeigt. Das erhaltene Dichtesignal CD wird auf dem Seitenspeicherplatz des Bildverarbeitungsarbeitsbereichs des RAM **5** gespeichert.

[0091] Von einem Zielpixelselektionselement **12** wird aus dem auf dem Seitenspeicherplatz gespeicherten CD-Signal ein Pixel (Zielpixel) ausgewählt, um den Dichtewert zu erhalten. Ein Tintenverteilungsprozessor **13** wählt auf der Grundlage des Ziel-

pixeldichtewertes eine diesen Wert repräsentierende Tintenkombination aus.

[0092] Ein Dichteerhöhungskorrekturprozessor **14** berechnet die Zeit, in welcher jede einzelne Düse während des Druckens nicht verwendet wird, und eine spezifische Änderung der Dichte, welche sich aus der vom Tintenverteilungsprozessor **13** unter Zu-hilfenahme der auf die Idealdichte verweisenden Tintendicheerhöhungstafel **4c** ausgewählten Tintenkombination ergibt und nach der Fehlerquadratmethode dieser Idealdichte linear angeglichen wird. Wenn erforderlich, wird die Impulswellenform des Kopfansteuerungssignals für das Ausstoßen von Tinte verändert, um die optimale Dichtekombination, das heißt die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte zu bestimmen (Bestimmung, ob „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ erforderlich ist).

[0093] Auf diese Weise wird die Verarbeitung zum Drucken auf einem Zielpixel durchgeführt.

[0094] Dieser Vorgang wird auf der Grundlage des Dichtewertes der Bilddaten für alle Pixel wiederholt, um die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für die einzelnen, unterschiedlichen Druckdichte erfordernden Pixel zu erzeugen.

[0095] Die in **Fig. 4A** verwendeten Bezugszeichen **17-1**, **17-2**, **17-3** und **17-4** kennzeichnen Verzögerungsschaltungen zur Vorgabe des zeitlichen Ablaufs des Ausstoßens von vier verschiedenen Tinten und deren Überlagerung auf der selben Pixelstelle.

[0096] Nachfolgend wird die Funktion der Bildverarbeitungseinheit **6** bei Nutzung des Fehlerdiffusionsverfahrens beschrieben.

[0097] **Fig. 4B** zeigt im Blockschaltbild weitere funktionale Details der Bildverarbeitungseinheit **6**.

[0098] Wie aus **Fig. 4B** zu erkennen ist, wird ein von der Bildeingabeinheit **1** eingegebenes Bildsignal CV im Kontrastfaktorumwandlungsprozessor **11** mit Hilfe der Kontrastfaktorkorrekturmwandlungstafel **4a** in ein Signal CD umgewandelt. Das erhaltene CD-Dichtesignal wird auf dem Seitenspeicherplatz des Bildverarbeitungsarbeitsbereiches im RAM **5** gespeichert.

[0099] Das Zielpixelauswahlelement **12** wählt aus dem auf dem Seitenspeicherplatz gespeicherten CD-Signal ein Pixel (Zielpixel) aus, um für dieses den Dichtewert zu erhalten. Auf der Grundlage des Dichtewertes dieses Zielpixels wird vom Tintenverteilungsprozessor **13** mit Hilfe der Tintenverteilungstafel **4b** die Tintenkombination ausgewählt, welche den Dichtewert des Zielpixels repräsentiert.

[0100] Der Dichteerhöhungskorrekturprozessor **14** berechnet die Zeit, in welcher jede einzelne Düse während des Druckens nicht verwendet wird, und eine spezifische Änderung der Dichte, welche sich aus der vom Tintenverteilungsprozessor **13** unter Zu-hilfenahme der auf die Idealdichte verweisenden Tintendicheerhöhungstafel **4c** ausgewählten Tintenkombination ergibt und nach der Fehlerquadratme-

thode dieser Idealdichte linear angeglichen wird. Wenn erforderlich, wird die Impulswellenform des Kopfansteuerungssignals für das Ausstoßen von Tinte verändert, um die optimale Dichtekombination, das heißt die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte zu bestimmen (Bestimmung, ob „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ erforderlich ist).

[0101] Eine Dichtefehlerberechnungseinheit **15** berechnet den Unterschied zwischen der Dichte, welche sich aus der vom Dichteerhöhungskorrekturprozessor **14** in Übereinstimmung mit der additiven Eigenschaft bestimmten Tintenkombination ergibt, und dem Dichtewert des Zielpixels.

[0102] Ein Fehlerdiffusionsprozessor **16** verteilt diesen von der Dichtefehlerberechnungseinheit **15** berechneten Unterschied in Übereinstimmung mit Verteilungskoeffizienten auf die auf dem Seitenspeicherplatz gespeicherten benachbarten Pixel.

[0103] Auf diese Weise wird die Verarbeitung zum Drucken auf einem Zielpixel durchgeführt.

[0104] Dieser Vorgang wird auf der Grundlage des Dichtewertes der Bilddaten für alle Pixel wiederholt, um die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für die einzelnen, unterschiedlichen Druckdichte erfordern Pixel zu erzeugen.

[0105] Die in **Fig. 4B** verwendeten Bezugszeichen **17-1**, **17-2**, **17-3** und **17-4** kennzeichnen Verzögerungsschaltungen zur Vorgabe des zeitlichen Ablaufs des Ausstoßens von vier verschiedenen Tinten und deren Überlagerung auf der selben Pixelstelle.

[Druckvorrichtung]

[0106] Die Druckvorrichtung **7** ist mit vier Druckköpfen entsprechend den verwendeten vier Tinten bestückt, aus deren Düsenreihe in Übereinstimmung mit den Ternärsignalen d1, d2, d3 und d4 Tinte ausgestoßen wird, um ein mehrschichtiges Bild zu erzeugen.

[0107] **Fig. 5** zeigt die Draufsicht der detaillierten Komponentenanordnung der Druckvorrichtung **7**.

[0108] Wie aus **Fig. 5** zu erkennen ist, sind auf einem Schlitten **20** vier Druckköpfe **21-1** bis **21-4** (allgemein als Druckköpfe **21** bezeichnet) montiert. Die Druckköpfe **21-1** bis **21-4** weisen Düsen zum Ausstoßen von Tinte auf, welche in einer Reihe und in bestimmten Abständen zueinander angeordnet sind. Diesen Düsen wird von der entsprechenden der vier Tintenkartuschen **22-1** bis **22-4** Tinte D1, D2, D3 bzw. D4 zugeführt. Auf die Dichte dieser Tinten wird nachfolgend näher eingegangen. Die vier Tintenkartuschen werden allgemein als Tintenkartuschen **22** bezeichnet.

[0109] Über das flexible Kabel **23** werden an den Druckkopf **21** Steuersignale usw. gesendet. Das Druckmedium **24** in Form von Druckpapier, eines Films oder einer dünnen Plastplatte wird von der Ausziehwalze **25** und einer nicht dargestellten Transport-

walze erfaßt und von dem entsprechend gesteuerten Motor **26** in die durch den Pfeil gekennzeichnete Richtung transportiert. Der Schlitten **20** wird von dem durch das Linearkodiergerät **28** gesteuerten Antriebsmotor **26** über den Antriebsriemen **29** auf dem Führungsholm **27** hin und her bewegt.

[0110] In den Düsen (Flüssigkeitskanälen) des genannten Druckkopfes **21** sind zwei Heizelemente (elektrothermische Wandler zur Erzeugung der für das Ausstoßen von Tinte erforderlichen Wärmeenergie) angeordnet. Auf der Grundlage eines Drucksignals steuert der Druckkopf **21** die beiden Heizelemente, von denen das eine für „Ausstoß großer Tröpfchen“ und das andere für „Ausstoßen kleiner Tröpfchen“ vorgesehen ist, gleichzeitig an, um in Übereinstimmung mit der vom Linearkodiergerät **28** gelesenen Taktfolge Tintentröpfchen in der Reihenfolge der Tinten D1, D2, D3 und D4 auf das Aufzeichnungsmedium auszustoßen und auf diesem ein Bild zu erzeugen.

[0111] In der Ausgangsstellung des Schlittens **20** außerhalb des Druckbereiches ist eine mit einer Abdeckung **31** bestückte Regeneriereinheit **32** angeordnet. Zur Abdeckung **31** gehören vier Kappen **31-1** bis **31-4** entsprechend den vier Druckköpfen. Während des Druckens wird der Schlitten **20** in die Ausgangsstellung bewegt, damit durch die Kappen **31-1** bis **31-4** der Abdeckung **31** die Düsen der Druckköpfe **21-1** bis **21-4** abgedeckt werden und ein Verstopfen der Düsen durch Koagulation der Tinte infolge Verdampfens der Tintenlösung oder durch unerwünschte Fremdstoffe zu verhindern.

[0112] Die Abdeckung **31** wird dazu verwendet, durch Blindausstoßen von Tinte oder durch Absaugen von Tinte mittels einer nicht dargestellten Pumpe eine Ausstoßverschlechterung oder ein Verstopfen nicht allzu häufig verwendeter Düsen zu verhindern oder verstopfte Düsen wieder einsatzfähig zu machen, wobei die Abdeckung **31** zum Blindausstoßen in einem bestimmten Abstand zu den Düsen positioniert und zum Saugen gegen die Ausstoßfläche des Druckkopfes gedrückt wird.

[0113] Das Bezugszeichen **33** kennzeichnet einen Tintenaufnahmehalter für die beim Vorausstoßen aus den Druckköpfen **21-1** bis **21-4** vor Druckbeginn ausgestoßene Tinte. Zum Vorausstoßen werden die Druckköpfe **21-1** bis **21-4** über den Tintenaufnahmehalter bewegt. In der Nähe der Abdeckung **31** sind eine Lamelle und ein Wischelement (nicht dargestellt) angeordnet, um die mit den Ausstoßöffnungen versehene Fläche des Druckkopfes **21** zu reinigen.

[Druckkopf]

[0114] Nachfolgend werden der Aufbau des Tintenstrahldruckkopfes, welcher mit mindestens zwei zum unabhängigen Empfang von Signalen und von diesen angesteuerten Heizelementen bestückt ist und ein erfundungsgemäßes Verfahren zum Mehrschichtdrucken durch Modulation der eingegebenen

Taktfolge der an die Heizelemente gesendeten Signale in Übereinstimmung mit dem Farbton beschrieben.

[0115] **Fig. 17** zeigt die Schnittansicht eines im Druckkopf **21** vorhandenen Flüssigkeitskanals.

[0116] Der in **Fig. 17** mit dem Bezugszeichen **59** kennzeichnete, mit einer Flüssigkeit gefüllte Flüssigkeitskanal wird von einem mit einer Nut bestimmter Breite versehenen Bauelement **63** und einem auf dieses geklebten Bauelement **62** gebildet. Das Bauelement **62** ist zusammengesetzt aus einer Grundplatte **54** aus Glas oder einem ähnlichen Material und aus elektrothermischen Wandlern **50-1**, **50-2**, welche in einer wärmebeständigen Schicht **55** eingebettet sind. [0117] Am Ende des Flüssigkeitskanals **59** ist eine Öffnung **57** vorhanden. Der mit der Flüssigkeit im Flüssigkeitskanal **59** in Berührung kommenden Abschnitte $\Delta 1$ der elektrothermischen Wandler **50-1**, **50-2** und der diese umgebende Bereich dienen als Wärmewirkungsfläche. Durch die von den elektrothermischen Wandlern **50-1**, **50-2** in Übereinstimmung mit einem eingegebenen Signal erzeugte Wärme unterliegt die Flüssigkeit auf der Wärmewirkungsfläche einer plötzlichen Zustandsänderung. Mit anderen Worten, die Flüssigkeit wird verdampft und erzeugt ein Bläschen. Durch dieses Bläschen wird ein Tintentröpfchen **58** erzeugt und aus der Öffnung **57** ausgestoßen.

[0118] Von einem Flüssigkeitsbehälter **60** wird durch ein Röhrchen **61** dem Flüssigkeitskanal **59** Flüssigkeit zugeführt.

[0119] Die **Fig. 18A** und **18B** zeigen schematisch die Beziehung zwischen dem an die elektrothermischen Wandler **50-1**, **50-2** gesendeten Signal, dem Bläschenvolumen und der Größe des ausgestoßenen Tintentröpfchens.

[0120] In den **Fig. 18A** und **18B** kennzeichnet die durchgehende Linie ein an die elektrothermischen Wandler **50-1**, **50-2** gesendetes Impulssignal in Form von Elektroenergie und die gestrichelte Linie die Änderung des Bläschenvolumens in Abhängigkeit von der durch die elektrothermischen Wandler **50-1**, **50-2** erzeugten Wärme.

[0121] **Fig. 18A** zeigt den Fall, in welchem an die elektrothermischen Wandler gleichzeitig ein Impuls **64-1** bzw. **64-2** gesendet wird. In diesem Fall sind das Volumen des erzeugten Bläschen und die Tintenmenge des ausgestoßenen Tröpfchens groß. **Fig. 18B** zeigt den Fall, in welchem nur an den elektrothermischen Wandler **50-1** der Impuls **64-1** gesendet wird. In diesem Fall sind das Volumen des erzeugten Bläschen und die Tintenmenge des ausgestoßenen Tröpfchens klein.

[0122] **Fig. 6** zeigt die Ansicht der mit den Ausstoßöffnungen versehenen Fläche des Druckkopfes **21**.

[0123] In **Fig. 6** kennzeichnen die Bezugszeichen **40-1** bis **40-4** Reihen von Ausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tinte D1, D2, D3 bzw. D4 aus dem entsprechenden der vier Druckköpfe **21-1** bis **21-4**. Bei dieser Ausführungsform gehören zu jeder Aus-

stoßöffnungsreihe **256** Ausstoßöffnungen, welche in einer Dichte von 600 dpi (etwa 23/mm) angeordnet sind. Während einer Abtastbewegung des Schlittens **20** können in Transportrichtung (Abtastnebenrichtung) des Druckmediums aus den in den vier Reihen **40-1** bis **40-4** angeordneten Öffnungen die genannten vier Tinten D1 bis D4 ausgestoßen und einander überlagert werden. Dadurch ist es möglich, ohne Verlängerung der Druckzeit ein mehrschichtiges Bild zu erzeugen.

[Tintenverteilungstafel]

[0124] **Fig. 7** zeigt eine Tintenverteilungstafel, welche das Ausstoßen/Nichtausstoßen der Tinten D1, D2, D3 und D4 in Bezug auf einen 8-Bit-Bildsignalpegel pro Pixel repräsentiert.

[0125] In **Fig. 7** sind die Übertragungsdichte jeder der vier Tinten D1, D2, D3 und D4 und die Übertragungsdichte der einander überlagerten Tinten in Tabelleform zusammengestellt. Der Bildsignalpegel repräsentiert den Dichtewert, wobei ein kleinerer Wert eine geringere Dichte und ein größerer Wert eine höhere Dichte ausdrückt. Zur Vereinfachung der Beschreibung wurde der Übertragungsdichte eines als Druckmedium verwendeten transparenten Films der Wert 0D zugeordnet. Als Übertragungsdichte der Tinten D1, D2, D3 und D4 wird die Übertragungsdichte bezeichnet, welche beim Drucken über einen bestimmten Bereich auf dem Druckmedium durch Ausstoßen dieser Tinten bei Verwendung eines Tintenstrahldruckers dieser Ausführungsform erhalten wird. Das Dichteverhältnis der Tinten D1, D2, D3 und D4 ist wie beschrieben 1 : 2 : 4 : 8. Die in **Fig. 7** dargestellte Tabelle zeigt den Fall, bei welchem ein 8-Bit-Bildsignal pro Pixel durch 16 Farbtöne von 0D bis 2,4D ausgedrückt wird.

[Tintendichteerhöhungsdiagramm]

[0126] **Fig. 8** zeigt in Diagrammform die Tintendichteerhöhung über die ausstoßfreie Periode.

[0127] In diesem Diagramm ist auf der Abszisse die Zeit ohne Tintenausstoß und auf der Ordinate die Erhöhung der Tintenübertragungsdichte aufgetragen. Die in **Fig. 8** dargestellte Veränderung wird durch lineare Näherung an die repräsentativen Dichten bei Anwendung der Fehlerquadratmethode auf der Grundlage experimentell ermittelter Ergebnisse erhalten. In diesem Fall ist die „Zeit ohne Tintenausstoß“ der Zeitintervall zwischen zwei Ausstoßvorgängen aus einer Düse des Druckkopfes **21**.

[0128] Wie aus **Fig. 8** zu erkennen ist, konnte in einem Versuch die Proportionalität zwischen der Tintendichteerhöhung und der Zeit ohne Tintenausstoß nachgewiesen werden.

[0129] Bei dieser Ausführungsform wird das Ausstoßen von Tinte aus den in Reihe angeordneten Ausstoßöffnungen des Druckkopfes bei einer Frequenz von 10 kHz angenommen.

[0130] Bei kontinuierlichem Tintenausstoß werden 10.000 Tintentröpfchens aus den in Reihe und in einer Dichte von 23/mm angeordneten Ausstoßöffnungen des Druckkopfes **21** ausgestoßen. Da bei dieser Ausführungsform die Abtastgeschwindigkeit des Schlittens etwa 424,3 mm/s beträgt, erfolgt das Abtasten der kurzen Seite (297 mm) eines A3-Druckblattes in etwa 0,7 Sekunden.

[0131] Wie aus **Fig. 8** zu erkennen ist, tritt in dem Fall, daß während des Abtastens der kurzen Seite eines A3-Druckblattes (etwa 0,7 s) kein Tintenausstoß erfolgt, eine Tintendichtheerhöhung um 70% ein.

[0132] Eine Erhöhung der Tintendichte während des zum Drucken durchgeführten Abtastens resultiert aus einer Verdampfung der Tintenlösung an der Spitze jeder Düse. Sobald die Tinte mit höherer Dichte als Tintentröpfchen ausgestoßen wird, strömt neue Tinte in die Düsen spitze nach. In diesem Moment hat die Tinte die spezifizierte Dichte, welche aber wieder erhöht wird.

[0133] **Fig. 9** zeigt in Diagrammform die Beziehung zwischen der Tintendichtheerhöhung und der auf der Abszisse in **Fig. 8** aufgetragenen, durch die Anzahl der bei einer Frequenz von 10 kHz nicht ausgestoßenen Tintentröpfchen ausgedrückten Zeit ohne Tintenausstoß.

[0134] Bei dieser Ausführungsform wird die Erhöhung der Tintendichte unter Verwendung des Dichteerhöhungsdigramms durch Erzeugung von Ternärsignalen mit einem Wert „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ vorausgesagt. Die Tintendichte wird um die Erhöhung korrigiert, so daß ein Bild frei von irgendeiner Dichteerhöhung erzeugt werden kann.

[0135] Bei dieser Ausführungsform wird die Tintendichtheerhöhungstafel auf der Grundlage der in **Fig. 9** dargestellten Änderung erzeugt und von der ZVE des Tintenstrahldruckers genutzt, um auf einfache Weise eine Tintendichtheerhöhung zu verarbeiten. Die erzeugte Tafel wird im Speichermedium **4** in Form eines ROM gespeichert.

[0136] Wie aus **Fig. 9** zu erkennen ist, steigt bei 5.000 nicht ausgestoßenen Tröpfchen die Tintendichte auf 150. Die Tintendichtheerhöhungstafel wird nachfolgend anhand des in **Fig. 9** dargestellten Diagramms beschrieben.

[Tintendichtheerhöhungstafel]

[0137] **Fig. 10** zeigt in Tabellenform den Inhalt einer solchen Tintendichtheerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel).

[0138] Bei dieser Ausführungsform wird der Inhalt dieser Tafel im Abschnitt **4c** des Speichermediums **4** gespeichert.

[0139] Die Berechnungsergebnisse für die Dichteerhöhung durch Nutzung des in **Fig. 9** dargestellten Diagramms werden in Übereinstimmung mit der Anzahl (N) nicht ausgestoßener Tröpfchen in die in **Fig. 10** gezeigte Tabelle geschrieben. Wenn das Ein-

tragen dieser Berechnungsergebnisse in die Tabelle im voraus erfolgt, kann bei der Echtzeitbildverarbeitung die Berechnungszeit verkürzt und somit die Verarbeitungsgeschwindigkeit erhöht werden. Wenn die Dichteerhöhung (dD) pro nicht ausgestoßenem Tröpfchen (N) durch 4-Byte-Daten ausgedrückt werden, wird die Adressenverschiebung der Tintendichtheerhöhungstafel, welche pro Byte zugänglich ist, durch 4 Bytes ausgedrückt.

[0140] Wie aus **Fig. 10** zu erkennen ist, entspricht die Anzahl (N) nicht ausgestoßener Tröpfchen einer Adressenverschiebung und kann durch Multiplizieren mit vier auf die gewünschte Adresse gebracht werden. Dieser Wert ($4 \times N$) wird der Basisadresse in der Tintendichtheerhöhungstabelle zuaddiert. Die Werte in dieser Adresse werden gelesen, um die Dichteerhöhung zu erhalten. Durch Multiplikation dieser Dichteerhöhung mit der zu erhaltenden Tintenbasisdichte kann die zu einer entsprechenden Zeit vorhandene Tintendichte vorausgesagt werden.

[Details der Bildverarbeitung]

[0141] Der funktionelle Aufbau der Bildverarbeitungseinheit **6** wurde in Verbindung mit den **Fig. 4A** und **4B** beschrieben.

[0142] Nachfolgend wird in Verbindung mit den **Fig. 11A** bis **16** die Erzeugung eines Ternärsignals detailliert beschrieben. Die **Fig. 11A** und **11B** zeigen schematisch einen Abschnitt der in **Fig. 5** dargestellten Druckvorrichtung **7** und speziell den Druckvorgang in Schlittenbewegungsrichtung (Abtasthauptrichtung); dabei zeigt **Fig. 11A** die Seitenansicht und **Fig. 11B** die Draufsicht dieses Abschnitts.

[0143] Wenn das Startsignal an die Druckvorrichtung **7** gesendet wird, beginnt der Schlitten **20** mit dem darauf befestigten Druckkopf **21** sich aus der Ausgangsstellung (nicht dargestellt) in Pfeilrichtung S zu bewegen. Sobald der Druckkopf **21** den Tintenaufnahmehälter **33** passiert, erreicht der Schlitten eine konstante Geschwindigkeit. Die Druckköpfe **21-1**, **21-2**, **21-3** und **21-4** passieren den Tintenaufnahmehälter **33** in der genannten Reihenfolge und spritzen an der Stelle A in einem Vorausstoßvorgang Tinte in den Tintenaufnahmehälter **33**.

[0144] Danach kann mit dem Druckkopf **21** im Bereich B-C des Druckmediums **24** ein Bild gedruckt werden. Wie die **Fig. 11A** und **11B** zeigen, wird an der Stelle D mit dem Drucken begonnen.

[0145] Bei einer ersten Abtastbewegung des Schlittens **20** wird im Abschnitt E-F des Druckmediums **24** ein erstes Bild und bei der nächsten Abtastbewegung im Abschnitt F-G das nächste Bild gedruckt.

[0146] Wie bereits beschrieben, wird aus den in Reihe angeordneten Düsen des Druckkopfes **21** dieser Druckvorrichtung bei einer Frequenz von 10 kHz Tinte ausgestoßen, wobei die Druckdichte in Abtasthauptrichtung 23 Punkte/mm und die Geschwindigkeit des Schlittens **20** in Abtasthauptrichtung 423,3 mm/s beträgt.

[0147] Es wird angenommen, daß der Abstand zwischen der Vorausstoßstellung A und der Druckstartstellung D 211,7 mm beträgt. Bei voller Abtastgeschwindigkeit in Abtasthauptrichtung erreicht der Druckkopf die Druckstartstellung etwa 0,5 s nach Durchführung des Vorausstoßvorgangs, in welcher das Drucken in Übereinstimmung mit einem erzeugten Ausstoßmuster beginnt.

[0148] Wenn bei Druckbeginn Tinte mit einer erhöhten Dichte als Tintentröpfchen aus der Düsen spitze ausgestoßen wird, strömt Tinte mit normaler Dichte in die Düsen spitze nach.

[0149] Es wird angenommen, daß die Dichteerhöhung der Tinten D1, D2, D3 und D4 entsprechend den in den **Fig. 8** und **9** dargestellten Diagrammen erfolgt, die Tintendichten und die überlagerten Übertragungsdichten den Dichtewerten eines der in der Tintenverteilungstafel gemäß **Fig. 7** aufgeführten Bildsignalen entsprechen und nach Durchführung des Vorausstoßvorgangs an der in **Fig. 11A** mit dem Bezugszeichen A gekennzeichneten Stelle in den Tintenaufnahmehälter **33** die Tintendichte an der Düsen spitze wieder den Normalwert hat. Da der Schlitten **20** von der Stellung A bis zum Erreichen der Druckstartstellung D 0,5 s benötigt, steigt die Tintendichte an der Düsen spitze um etwa 50%.

[0150] **Fig. 12** zeigt in Tabellenform ein Beispiel des auf dem Seitenspeicher im Bildverarbeitungsbereich des RAM **5** gespeicherten Dichtesignalpegels der Bilddaten zum Drucken eines Bildes auf dem Druckmedium **24** wie in den **Fig. 11A** und **11B** dargestellt. Die in **Fig. 12** verwendeten Bezugszeichen entsprechen denen der **Fig. 11A** und **11B** und ein Quadrat entspricht einem Pixel des bei einer Auflösung von **23** Punkten/mm gedruckten Bildes.

[0151] Wie aus **Fig. 12** zu erkennen ist, wird in Abtasthauptrichtung (Richtung S) dieses Bild durch wiederholtes Drucken ähnlicher Muster in Form von zwei Pixel mit einem Dichtewert „100“, einem Pixel mit einem Dichtewert „90“, sechs Pixel mit einem Dichtewert „0“ und wiederum zwei Pixel mit einem Dichtewert „100“ erzeugt. In Abtastnebenrichtung schließen Pixel mit den gleichen Werten sich an.

[0152] Bei dieser Ausführungsform kann unter Beachtung der in **Fig. 7** dargestellten überlagerten Übertragungsdichte die Beziehung zwischen dem Wert der Übertragungsdichte (0D) und dem Dichtesignalpegel wie folgt ausgedrückt werden: $0D = (2,4/255) \times \text{Bilddichtesignalpegel}$.

[0153] Da, wie bereits beschrieben, das Bilddichtesignal dem Wert 0D proportional ist, werden die Ausstoßdaten für jede Tinte durch Voraussage einer Tintendichte aus dem Digitalwert des Bilddichtesignalpegels anstelle des Wertes 0D erzeugt. Das heißt, eine Erhöhung des Wertes 0D um 50% entspricht einer Erhöhung des Bilddichtesignalpegels um 50%.

[0154] Jedesmal, wenn gemäß der in **Fig. 9** dargestellten Änderungscharakteristik der Tintendichte die Anzahl nicht ausgestoßener Tintentröpfchen um ein Pixel erhöht wird, erhöht die Tintendichte sich um

0,01%. Wenn aber eine Änderung des in **Fig. 12** dargestellten Bilddichtewertes zu verzeichnen ist, d. h. in Abtasthauptrichtung die Anzahl nicht ausgestoßener Tintentröpfchen etwa **10** beträgt, steigt die Dichte um maximal 0,1%. Zur Vereinfachung der Beschreibung wie die Erhöhung der Tintendichte vernachlässigt.

[0155] Wie **Fig. 7** zeigt, entspricht im Falle der Einzelverwendung der Tinten D1, D2, D3 und D4 deren Übertragungsdichte einem Bilddichtesignalpegel von „17“, „34“, „68“ bzw. „136“.

[0156] **Fig. 13** zeigt eine Tabelle, in welcher die aufgeführten Werte durch Addieren der mehrwertigen Fehlerdiffusionsgrenzen und der Werte, welche den Bilddichtesignalpegeln der Tintenübertragungsdichte entsprechen, zu den in **Fig. 7** aufgeführten Werten erhalten wurden.

[0157] Da, wie **Fig. 11A** zeigt, der Druckkopf **21** sich in Abtasthauptrichtung (Richtung S) bewegt, entspricht in Abtasthauptrichtung jede Pixelreihe einer Düse des Druckkopfes.

[0158] Nachfolgend wird auf der Grundlage der in den Tabellen aufgeführten Werte, der Erhöhung der Tintendichte und des Aufbaus der Pixelmatrix eines durch Bilddaten erzeugten Bildes die Ternärsignalzeugung detailliert beschrieben.

[0159] Wie bereits erwähnt, gibt es zwei Arten Bildverarbeitungseinheiten, eine, bei welcher das Fehlerdiffusionsverfahren zur mehrwertigen Bilddarstellung nicht angewendet, und eine, bei welcher das Fehlerdiffusionsverfahren zur mehrwertigen Bilddarstellung angewendet wird.

[0160] Zuerst wird die Bildverarbeitung im erstgenannten Fall detailliert beschrieben. Auf die Bildverarbeitung im zweiten Fall wird später näher eingegangen.

[0161] Wie aus **Fig. 12** ebenfalls zu erkennen ist, kennzeichnen die mit „0“ beginnenden Zahlen die Oberkante und die Seitenkante der Pixeladressen. In dieser Matrix wird ein willkürliches Pixel durch (x, y) gekennzeichnet, wobei x die horizontale und y die vertikale Richtung angibt. Das Pixel mit der Kennzeichnung (0, 0) ist das an der oberen linken Ecke der Matrix liegende Pixel.

[0162] Zu aller erst wird mit der Verarbeitung des Pixels (0, 0) begonnen. Gemäß **Fig. 12** ist „100“ der Dichtesignalpegel des Pixels (0, 0). Aus den in der Grenzwerttabelle gemäß **Fig. 13** aufgeführten Tintenkombinationen wird die Kombination mit der Nummer 6, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 ausgewählt. Wie bereits beschrieben, ist die Dichte der beiden Tinten D2 und D3 aber bereits um 50% angestiegen. Daraus kann abgeleitet werden, daß die Übertragungsdichte der Tinte D2 von „34“ auf „51“ und die der Tinte D3 von „68“ auf „102“ angestiegen ist. Bei der Kombination „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 wird die Dichte „153“ und ist damit um 50% höher als die Zieldichte „102“.

[0163] Nachfolgend wird der Fall beleuchtet, bei

welchem die ideale Kombination „102“ ist und der Dichtesignalpegel „100“ des Pixels (0, 0) ausgedrückt werden soll. Da die Dichte der beiden Tinten D2 und D3 angestiegen ist, erscheint das Ausstoßen der Tinten in Übereinstimmung mit den in der Grenzwerttabelle ausgewiesenen Werten ungeeignet. Deshalb wird bei dieser Ausführungsform für die Tinte D3 „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ gewählt. Das heißt, die Ausstoßmenge der Tinte D3 wird von 40 pl auf 20 pl herabgesetzt, um die Übertragungsdichte zu verringern. Die Dichte der Tinte D2 bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ wird „51“, die Dichte der Tinte D3 bei „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ wird ebenfalls „51“, so daß für diese Kombination die Dichte „102“ vorausgesagt wird.

[0164] Die auf diese Weise für das Pixel (0, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 und Md4 des RAM **5** gespeichert.

[0165] Mit dem beschriebenen Vorgang ist die Verarbeitung für das Zielpixel (0, 0) beendet, so daß nun die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für dieses Pixels bestimmt werden können.

[0166] Das nächste Zielpixel ist das Pixel (1, 0).

[0167] Der Dichtesignalpegel dieses Pixels (1, 0) ist „100“, wie **Fig. 12** zeigt. Wie für das Pixel (0, 0) wird auch bei diesem Pixel die Kombination **6**, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle gewählt.

[0168] Da beim Pixel (0, 0) „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 erscheint, wird die Dichte jeder dieser beiden Tinten D2 und D3 fast wieder auf den Normalwert gebracht.

[0169] Da aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle die Tinten D2 und D3 mit wieder auf den Normalwert gebrachten Dichte gewählt wurden, ergibt sich bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ für die Tinte D2 die Übertragungsdichte „34“ und für die Tinte D3 die Übertragungsdichte „68“. Die Kombination „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 ergibt eine Übertragungsdichte von „102“. Da diese Kombination geeignet ist, den Dichtesignalpegel „100“ des Pixels (1, 0) zu repräsentieren, wird die Auswahl „Ausstoß großer Tröpfchen“ für die Tinten D2 und D3 getroffen.

[0170] Die auf diese Weise für das Pixel (1, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 und Md4 des RAM **5** gespeichert.

[0171] Das nächste Zielpixel ist das Pixel (2, 0).

[0172] Wie aus **Fig. 12** hervorgeht, ist „90“ der Dichtesignalpegel des Pixels (2, 0). Aus der in **Fig. 13**

dargestellten Grenzwerttabelle wird für diesen Wert die Kombination **5**, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D1 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 gewählt. Da zum Drucken des Pixels (1, 0) Tröpfchen der Tinten D2 und D3 ausgestoßen wurden, hat deren Dichte den Normalwert wieder erreicht. Im Gegensatz dazu stieg die Dichte der anderen beiden Tinten (D1 und D4) um 50%, da diese nach dem Vorausstoßvorgang nicht wieder verwendet wurden.

[0173] Aus der in den **Fig. 8** und **9** dargestellten Dichteerhöhung ergibt sich für „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D1 eine Übertragungsdichte von „25,5“ und für „Ausstoßen großer Tröpfchen“ der Tinte D3 eine Übertragungsdichte von „68“. Für diese Kombination wird eine Übertragungsdichte von „93,5“ vorausgesagt. Da dieser Wert den vorbestimmten Grenzwert erreicht, ist das Ausstoßen von Tinte gemäß Grenzwerttabelle ungeeignet. Demzufolge wird bei dieser Ausführungsform für die Tinte D1 „Auswahl kleiner Tröpfchen“ gewählt.

[0174] Das resultiert in einer Verringerung der Tintenausstoßmenge von 40 pl auf 20 pl, welche die Übertragungsdichte auf „12,25“ herabsetzt. Bei dieser Kombination „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ der Tinte D1 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 wird die vorausgesagte Dichte „80,25“.

[0175] Die auf diese Weise für das Pixel (2, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 und Md4 des RAM **5** gespeichert.

[0176] Diese Verarbeitung wird für die in Abtasthauptrichtung (Richtung S) nachfolgenden Zielpixel auf der Grundlage der Dichtesignalpegel der Bilddaten wiederholt. Das heißt, bei Verwendung der vier Tinten unterschiedlicher Dichte werden für jedes Pixel die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 erzeugt. Diese Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für jedes Pixel werden mit einer Adresse im entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 bzw. Md4 gespeichert.

[0177] Nach Abschluß der beschriebenen Verarbeitung für eine Zeile ist das erste Pixel auf der folgenden Zeile, d. h. das Pixel (0, 1) das nächste Zielpixel und für diese Zeile wird in Abtasthauptrichtung die Verarbeitung auf gleiche Weise wie für die erste Zeile vorgenommen. Wie beim Pixel (0, 0) als Zielpixel wird mit der Verarbeitung auf der Grundlage begonnen, daß bei Erreichen des Zielpixels (0, 1) die Dichte jeder Tinte um 50% angestiegen ist.

[0178] Diese Verarbeitung wird für jede Zeile durchgeführt, um ein Binärmuster zu erzeugen, welches das Ausstoßen/Nichtausstoßen von Tinte zeigt.

[0179] **Fig. 14** zeigt in Tabellenform die nach der beschriebenen Verarbeitung erzeugten und in den Speichern Md1, Md2, Md3 und Md4 gespeicherten Ternärsignalwerte.

[0180] Die Ternärsignale, welche „Ausstoß großer

Tröpfchen", „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ der vier Tinten D1, D2, D3 und D4 anzeigen, werden im entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 bzw. Md4 gespeichert. Das Bezugszeichen „x/y“ am oberen linken Ende jeder Speichermatrix ist das in **Fig. 12** verwendete „x/y“ und jede Speichermatrix entspricht der in **Fig. 12** dargestellten.

[0181] **Fig. 15** zeigt in Tabellenform die Dichteverteilung, wenn ein aus **Fig. 12** entnommenes und eingegebenes Bilddichtesignal tatsächlich zum Drucken durch Änderung der Tintenkombination auf der Grundlage der in **Fig. 7** oder **Fig. 13** dargestellten Tintenverteilungsbasisstabelle verwendet wird. Wie aus **Fig. 15** ersichtlich ist, wird eine abrupte Dichteerhöhung an der Druckstartstelle, d. h. am linken Ende dieser Figur unterdrückt.

[0182] Nachfolgend wird die Bildverarbeitung für den Fall detailliert beschrieben, bei welchem die Bildverarbeitungseinheit das Fehlerdiffusionsverfahren nutzt.

[0183] **Fig. 16** zeigt ein Beispiel der Verteilung eines Fehlers in einem Zielpixel bezüglich benachbarter Pixel bei Anwendung des Fehlerdiffusionsverfahrens gemäß dieser Ausführungsform. Da in **Fig. 16** verwendete Bezugszeichen „*“ kennzeichnet ein Zielpixel.

[0184] Wie **Fig. 16** zeigt, wird beim Fehlerdiffusionsverfahren gemäß dieser Ausführungsform der Differenzfehler zwischen einem repräsentierbaren Dichtepegel bei einer Kombination aus vier Tinten und dem Bilddichtesignalpegel durch Verwendung von Fehlerverteilungskoeffizienten auf benachbarte Pixel verteilt.

[0185] Die Verarbeitung beginnt beim Pixel (0, 0). Wie **Fig. 12** zeigt, gilt für das Pixel (0, 0) der Dichtesignalpegel „100“. Aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle wird die Kombination **6**, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 gewählt. Wie bereits beschrieben, ist die Dichte der beiden Tinten D2 und D3 aber um 50% gestiegen. Somit kann vorausgesagt werden, daß die Übertragungsdichte der Tinte D2 von „34“ auf „51“ und die der Tinte D3 von „68“ auf „102“ gestiegen ist. Deshalb wird bei der Kombination „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 die Dichte „153“, welche um 50% größer ist als die Zieldichte „102“.

[0186] Nachfolgend wird der Fall beleuchtet, bei welchem der Dichtesignalpegel der idealen Kombination „102“ ist und für den Pixel (0, 0) der Dichtesignalpegel „100“ ausgedrückt werden soll. Da die Dichte der beiden Tinten D2 und D3 angestiegen ist, wird das Ausstoßen von Tinte in Übereinstimmung mit der Grenzwerttabelle als ungeeignet angesehen. Deshalb wird bei dieser Ausführungsform „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ der Tinte D3 vorgegeben. Dadurch wird die Ausstoßmenge der Tinte D3 von 40 pl auf 20 pl herabgesetzt, um die Übertragungsdichte zu verringern. Bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2

wird die Dichte „51“ und bei „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ der Tinte D3 die Dichte „51“, so daß bei dieser Kombination die Dichte „102“ vorausgesagt wird. Die auf diese Weise für das Pixel (0, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 und Md4 des RAM **5** gespeichert.

[0187] In diesem Fall beträgt beim Pixel (0, 0) der Differenzfehler „-2“, welcher durch Subtraktion der vorausgesagten repräsentierbaren Dichte „102“ vom Bilddichtesignalpegel „100“ erhalten wird. Durch Verwendung der in **Fig. 14** aufgeführten Fehlerverteilungskoeffizienten wird diese Differenz auf benachbarte Pixel übertragen, zum Beispiel „-8/8“ auf das Pixel (1, 0) und „-6/8“ auf das Pixel (0, 1). Wenn die Fehler auf diese Weise auf die entsprechenden benachbarten Pixel übertragen werden, wird der Dichtesignalpegel des Pixels (1, 0) auf „99“ und der des Pixels (0, 1) auf „99, 25“ geändert.

[0188] Damit ist die Verarbeitung für das Zielpixel (0, 0) beendet, so daß die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für dieses Pixel bestimmt werden können.

[0189] Das Pixel (1, 0) ist das nächste Zielpixel.

[0190] Wie bereits erwähnt, ist durch die Fehlerdiffusion aus dem Pixel (0, 0) der Dichtesignalpegel dieses Pixels (1, 0) „99“ geworden. Wie beim Pixel (0, 0) wird aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle die Kombination **6**, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 gewählt.

[0191] Da beim Pixel (0, 0) aber „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ der Tinte D3 erscheint, wird die Dichte der Tinten D2 und D3 nahezu auf den Normalwert gebracht. Im Gegensatz dazu ist die Dichte der restlichen Tinten (D1 und D4) um 50% gestiegen, da nach Durchführung des Vorausstoßvorgangs kein Ausstoßen dieser Tinten erfolgte.

[0192] Aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle wurden aber die Tinten D2 und D3 ausgewählt, da deren Dichte den Normalwert wieder erreicht hat. Demzufolge ist bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 die Übertragungsdichte „34“ und bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 die Übertragungsdichte „68“. Dadurch wird bei der Kombination „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D2 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 die Übertragungsdichte „102“. Da diese Kombination geeignet ist, den Dichtesignalpegel „100“ des Pixels (1, 0) zu repräsentieren, wird „Ausstoß großer Tröpfchen“ dieser beiden Tinten D2 und D3 vorgegeben.

[0193] Die auf diese Weise für das Pixel (1, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 und Md4 des RAM **5** gespeichert.

[0194] In diesem Fall beträgt der Differenzfehler „-3“, welcher durch Subtraktion des vorausgesagten repräsentativen Dichtewertes „102“ vom Bilddichtesignalpegel „99“ des Pixels (1, 0) erhalten wird. Durch Verwendung der in **Fig. 14** aufgeführten Fehlerverteilungskoeffizienten wird die Differenz auf benachbarte Pixel übertragen, d. h. „-12/8“ auf das Pixel (2, 0), „-9/8“ auf das Pixel (1, 1) und „-3/8“ auf das Pixel (0, 1). Diese verteilten Fehler werden den das Zielpixel umgebenden Pixel (2, 0), (1, 1) und (0, 1) zuaddiert.

[0195] Das Pixel (2, 0) ist das nächste Zielpixel.

[0196] Durch die Fehlerdiffusion aus dem Pixel (1, 0) ist der Dichtesignalpegel des Pixels (2, 0) „88,5“ geworden. Auf der Grundlage dieses Wertes wurde aus der in **Fig. 13** dargestellten Grenzwerttabelle die Kombination 5, d. h. „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D1 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 gewählt. Da die beiden Tinten D2 und D3 bereits zum Drucken des Pixels (1, 0) verwendet wurden, ist deren Dichte auf den Normalwert zurückgekehrt. Im Gegensatz dazu stieg die Dichte der restlichen beiden Tinten (D1 und D4) um 50%, da diese nach dem Vorausstoßen nicht wieder verwendet wurden.

[0197] Unter Beachtung der in den **Fig. 8** und **9** dargestellten Dichteerhöhung wird bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D1 die Übertragungsdichte „25,5“ und bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D1 die Übertragungsdichte „68“. Für diese Kombination wird eine Übertragungsdichte von „93,5“ vorausgesagt. Dieser vorausgesagte Wert erreicht den Grenzwert der Fehlerdiffusionsverarbeitung, so daß Tintenausstoß auf der Grundlage der in der Grenzwerttabelle verankerten Werte ungeeignet ist. Deshalb wird bei dieser Ausführungsform für die Tinte D1 „Ausstoßen kleiner Tröpfchen“ vorgegeben. Das resultiert in einer Verringerung der Ausstoßmenge der Tinte D1 von 40 pl auf 20 pl und deshalb im Absenken der Übertragungsdichte auf „12,5“. Somit wird für diese Kombination „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ der Tinte D1 und „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Tinte D3 eine Dichte von „80,25“ vorausgesagt.

[0198] Die auf diese Weise für das Pixel (2, 0) bestimmte Kombination wird als Ternärsignalmuster, welches „Ausstoß großer Tröpfchen“, „Ausstoß kleiner Tröpfchen“ oder „kein Ausstoß“ für jede Tinte anzeigt, mit einer Adresse in dem entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 bzw. Md4 des RAM 5 gespeichert.

[0199] In diesem Fall beträgt der Differenzfehler „-8,25“, welcher durch Subtraktion des Bilddichtesignalpegels „88,5“ des Pixels (2, 0) vom vorausgesagten Dichtewert „80,25“ erhalten wird. Diese Differenz wird durch Verwendung der in **Fig. 14** aufgeführten Fehlerverteilungskoeffizienten auf die benachbarten Pixel verteilt, d. h. „-33/8“ auf das Pixel (3, 0), „-24,75/8“ auf das Pixel (2, 1) und „-8,25/8“ auf das Pixel (1, 1). Diese Fehler werden den benachbarten Pixel (3, 0), (2, 1) und (1, 0) zuaddiert.

[0200] Diese Verarbeitung wird für die in Abtasthauptrichtung (Richtung S) nachfolgenden Zielpixel

auf der Grundlage der Dichtesignalpegel der Bilddaten wiederholt. Das heißt, bei Verwendung der vier Tinten unterschiedlicher Dichte werden für jedes Pixel die Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 erzeugt. Diese Ternärsignale d1, d2, d3 und d4 für jedes Pixel werden mit einer Adresse im entsprechenden Speicher Md1, Md2, Md3 bzw. Md4 gespeichert.

[0201] Nach Abschluß der beschriebenen Verarbeitung für eine Zeile ist das erste Pixel auf der folgenden Zeile, d. h. das Pixel (0, 1) das nächste Zielpixel und für diese Zeile wird in Abtasthauptrichtung die Verarbeitung auf gleiche Weise wie für die erste Zeile vorgenommen: Wie beim Pixel (0, 0) als Zielpixel wird mit der Verarbeitung auf der Grundlage begonnen, daß bei Erreichen des Zielpixels (0, 1) die Dichte jeder Tinte um 50% angestiegen ist.

[0202] Diese Verarbeitung wird für jede Zeile durchgeführt, um ein Binärmuster zu erzeugen, welches das Ausstoßen/Nichtausstoßen von Tinte zeigt.

[0203] Gemäß dieser Ausführungsform wird aus der Zeit ab Beginn des Vorausstoßvorgangs an der Vorausstoßstelle, der Ausstoßdauer und der Dichteverteilung auf einem erzeugten Bild auf der Grundlage eingegebener Bilddaten die Bilddichteerhöhung vorausgesagt. Das Ausstoßen von Tinte geeigneter Dichte wird auf der Grundlage des vorausgesagten Wertes gesteuert.

[0204] Selbst wenn über eine bestimmte Zeit kein Ausstoßen von Tinte erfolgt und dadurch die Dichte der in der Düse vorhandenen Tinte sich ändert, wird durch Verwendung einer Tinte anderer Dichte oder durch Veränderung der Tintenausstoßmenge diese Dichteänderung kompensiert. Dadurch können qualitativ hochwertige Bilder ohne Dichteungleichmäßigkeit gedruckt werden.

[0205] Bei dieser Ausführungsform wird für die Dichte jeder Tinte eine Dichteerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel) verwendet. Eine Alternative ist die Vorbereitung mehrerer Tintentafeln (Charakteristikänderungstafeln) für unterschiedliche Dichteerhöhungen bei unterschiedlichen Tintedichten oder verschiedene Dichteerhöhungstafeln (Charakteristikänderungstafeln) für die entsprechenden Tinten.

[0206] Wenn zwischen der Tintendichteerhöhung und der Dauer der Nichtausstoßperiode keine Proportionalität zu verzeichnen ist, zum Beispiel im Falle einer Sättigung der Dichteerhöhung nach einer bestimmten Zeit, wird die Beziehung zwischen beiden der in **Fig. 10** dargestellten Dichteerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel) entnommen.

[0207] In dieser Beschreibung wurde die zeitliche Tintendichteänderung durch die Dichteerhöhung ausgedrückt. Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Dichteänderung nicht auf die Dichteerhöhung beschränkt, sofern die Dichteänderung der Tintendichteänderungscharakteristik entspricht.

[0208] Wenn als Speicherplatz für die bei dieser Ausführungsform verwendete Dichteerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel) ein zu überschreiben-

des Speichermedium in Form des RAM 5 ausgewählt wird, kann die Flexibilität weiter verbessert werden.

[0209] Bei dieser Ausführungsform wird die Tintenkombination auf der Grundlage der vor der Dichteerhöhung, d. h. für eine Tinte ohne bisherige Dichteänderung angefertigten Tintenverteilungstafel geändert. Wenn anstelle der Tintenverteilungstafel für die Standardtintendichte ein Algorithmus verwendet wird, welcher das ständige Ausstoßen von Tinte mit höchster Standarddichte gewährleistet, kann eine Erhöhung des Wertes 0D durch Tintendichteerhöhung und somit eine Bildverzerrung verhindert werden. So wird zum Beispiel die in **Fig. 7** ausgewiesene Tinte D4 nur dann verwendet, wenn bei „Ausstoß großer Tröpfchen“ der Dichtesignalpegel gleich oder größer „68“ ist, aber nie bei einem Dichtesignalpegel gleich oder größer „136“. Demzufolge tritt bei einer Tintendichteerhöhung um 50% die Veränderung des Wertes 0D bei der Tinte D4 am meisten in Erscheinung. Aus diesem Grund sollte die Tinte D4 so oft wie möglich verwendet werden.

[0210] Bei dieser Ausführungsform wird an den Druckkopf, in dessen Düsen mindestens zwei separate ansteuerbare Heizelemente angeordnet sind, ein Signal gesendet und die Tintenausstoßmenge in Übereinstimmung mit dem Farnton moduliert. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt und kann bei jedem Druckkopf auch ohne zwei Heizelemente in jeder seiner Düsen angewendet werden, sofern der Druckkopf in der Lage ist, die Tintenausstoßmenge durch Änderung der Impulswellenform des Ansteuersignals zu modulieren.

[0211] Obwohl zur Beschreibung der vorliegenden Erfindung ein mit einem Tintenstrahlkopf bestückter Tintenstrahldrucker herangezogen wurde, kann die Erfindung auch auf eine nach einem anderen Druckverfahren betriebene Druckvorrichtung übertragen werden. So kann bei einem mit einem Heizkopf bestückten Drucker, wie z. B. bei einem Sublimationsdrucker, während des kontinuierlichen Druckens die Temperatur des Druckkopfes erhöht werden, um die Dichte des gedruckten Bildes zu erhöhen.

[0212] Wenn die bei der beschriebenen Ausführungsform verwendete Dichteerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel) durch eine Tafel ersetzt wird, welche die Beziehung zwischen der Druckdichte und Dichteerhöhung zeigt, kann die Druckdichteerhöhung ebenfalls vorhergesagt werden, um eine entsprechende Korrektur durchzuführen.

[0213] Wenn Parameter wie Änderung der Druckdichte infolge Qualitätsänderung der Wärme empfindlichen Blätter, Tintenbänder, Kartuschenfilme für einen Sublimationsdrucker usw. der Dichteerhöhungstafel (Charakteristikänderungstafel) hinzugefügt werden, lassen sich solche Änderungen ebenfalls korrigieren.

[0214] Bei den beschriebenen Ausführungsformen wurde Tintenstrahldrucker ein Drucker zugrunde gelegt, welcher ein Element (z. B. einen elektrothermischen Wandler, Laserstrahlgenerator oder ein ähnli-

ches Element) zur Erzeugung der für das Ausstoßen von Tinte erforderlichen Wärmeenergie aufweist und eine Zustandsänderung der Tinte durch die erzeugte Wärme verursacht. Mit einem solchen Tintenstrahldrucker und bei Anwendung des Tintenstrahlverfahrens kann hochdichtetes, äußerst exaktes Drucken durchgeführt werden.

[0215] Bevorzugt wird der Aufbau eines Tintenstrahlsystems, welches nach dem in den US-Patenten 4,723,129 und 4,740,796 offenbarten Grundprinzip betrieben wird. Dieses System ist beim Nachbedarf-Typ und auch beim Konti-Typ verwendbar. Besonders beim Nachbedarf-Typ ist dieses System effektiv, weil durch Senden mindestens eines den Druckinformationen entsprechendes und schnelle Temperaturerhöhung zum Auslösen des Filmkochens bewirkendes Steuersignal an jeden, entsprechend einer Flüssigkeit (Tinte) speichernden Blattes oder Flüssigkeitskanals angeordneten elektrothermischen Wandler von diesen Wärme erzeugt wird, um auf der Wärmewirkungsfläche des Druckkopfes Filmkochen auszulösen und folglich im Verhältnis eins zu eins zum Steuersignal in der Flüssigkeit (Tinte) ein Bläschen zu bilden. Beim Ausstoßen von Flüssigkeit (Tinte) infolge des Wachsens und Zusammenfallen des Bläschens wird mindestens ein Tröpfchen erzeugt. Wenn das Steuersignal in Impulsform gesendet wird, kann das Wachsen und Zusammenfallen des Bläschens unmittelbar und adäquat erreicht und somit das Ausstoßen von Flüssigkeit (Tinte) bei besonders hoher Ansprechempfindlichkeit durchgeführt werden.

[0216] Als Steuersignale in Impulsform eignen sich die in den US-Patenten 4,463,359 und 4,345,262 offenbarten. Ausgezeichnetes Drucken kann auch unter den im US-Patent 4,313,124 offenbarten Bedingungen, welche sich auf die Temperaturanstiegs geschwindigkeit der Wärmewirkungsfläche beziehen, realisieren werden.

[0217] Die vorliegende Erfindung kann nicht nur auf den in den genannten Spezifikationen offenbarten Druckkopf, welcher eine Kombination aus Ausstoßdüsen, Flüssigkeitskanälen (linear oder rechtwinklig) und elektrothermischen Wandlern aufweist, sondern auch auf den in den US-Patenten 4,558,333 und 4,459,600 offenbarten Druckkopf, bei welchem die Wärmewirkungsfläche sich in einem gekrümmten Bereich des Flüssigkeitskanals befindet, übertragen werden. Die vorliegende Erfindung ist auch effektiv übertragbar auf den im japanischen Offenlegungspatent 59-123670 offenbarten Druckkopf, bei welchem für mehrere elektrothermische Wandler ein gemeinsamer Schlitz als Ausstoßöffnung dient, und den im japanischen Offenlegungspatent 59-138461 offenbarten Druckkopf, welcher in Übereinstimmung mit der Ausstoßöffnung eine Öffnung zum Absorbieren der durch die Wärmeenergie erzeugten Druckwelle aufweist.

[0218] Die vorliegende Erfindung ist auch übertragbar auf einen Ganzzeilendruckkopf, dessen Länge

der maximalen Druckbreite auf dem Druckmedium entspricht und welcher aus mehreren Einzelköpfen zusammengesetzt oder einstückig gefertigt sein kann.

[0219] Als Druckkopf eignet sich sowohl ein Druckkopf mit integriertem Tintenbehälter als auch ein Druckkopf in Form eines austauschbaren Chips, welcher beim Einsetzen in die Gerätehauptbaugruppe elektrisch an diese angeschlossen und von dieser mit Tinte versorgt wird und bei der beschriebenen Ausführungsform zugrunde gelegt wurde.

[0220] Der Druckkopf gemäß der vorliegenden Erfindung kann auch mit einer Regeneriervorrichtung, einer Hilfsvorrichtung usw. bestückt werden, um den Druckvorgang zu stabilisieren. Zu diesen Vorrichtungen zählen eine Abdeckvorrichtung, eine Reinigungsvorrichtung, eine Druck- oder Saugvorrichtung, eine Vorheizvorrichtung in Form eines elektrothermischen Wandlers, eines weiteren Heizelements oder einer Kombination aus diesen. Wenn mit diesem Druckkopf ein vom Drucken unabhängiger Vorausstoßvorgang durchgeführt wird, kann das Drucken ebenfalls stabilisiert werden.

[0221] Bei Verwendung eines zusammengesetzten oder eines einstückig gefertigten Druckkopfes kann Drucken nicht nur mit einer Grundfarbe wie Schwarz oder einer anderen Grundfarbe, sondern auch mit mehreren Farben durchgeführt werden, welche Farbdrucken und Vollfarbendrucken durch Farbmischen ermöglichen.

[0222] Bei jeder der erwähnten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wurde auf Tinte in flüssiger Form verwiesen. Bei der vorliegenden Erfindung kann aber auch eine Tinte in andrer Form verwendet werden, z. B. eine Tinte, welche bei Raumtemperatur und darunter fest ist und bei Raumtemperatur weich oder flüssig wird, oder eine Tinte, welche beim Senden eines Drucksignals flüssig wird, da es allgemein üblich ist, im Tintenstrahlsystem die Temperatur der Tinte selbst im Bereich von 30°C bis 70°C zu regeln, um die Tintenviskosität in einem für stabiles Ausstoßen erforderlichen Bereich zu halten.

[0223] Um einen Temperaturanstieg, verursacht durch Nutzung der Wärmeenergie zum Auslösen einer Zuständänderung der Tinte vom festen in den flüssigen Zustand, oder ein Verdampfen von Tinte zu verhindern, kann eine Tinte verwendet werden, welche im ungenutzten Zustand fest ist und beim Aufbringen von Wärme flüssig wird. Bei der vorliegenden Erfindung können verschiedene Tintenarten verwendet werden, z. B. eine Tinte, welche beim Aufbringen von Wärmeenergie durch ein Drucksignal flüssig und in diesem Zustand ausgestoßen wird, eine Tinte, welche beim Auftreffen auf dem Druckmedium erstarrt, oder eine Tinte in ähnlicher Form. So kann zum Beispiel Tinte in fester oder flüssiger Form in Rücksprünge oder Bohrungen eines den elektrothermischen Wandlern gegenüber angeordneten porösen Blattes gespeichert sein, wie in der Veröffentlichung des japanischen Offenlegungspatentes 54-56847 oder

6071260 beschrieben. Bei der vorliegenden Erfindung erweist das Filmkochsystem sich als effektives System.

[0224] Der Tintenstrahldrucker gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein mit einer Lesevorrichtung oder einer ähnlichen Vorrichtung bestückter Kopierer, ein Faxgerät mit Übertragungs-/Empfangs-Funktion oder ein Bildausgabeterminal einer Informationsverarbeitungseinrichtung in Form eines Computers sein.

[0225] Die vorliegende Erfindung ist auf ein System, welches aus mehreren Einrichtungen (Hauptcomputer, Schnittstellengerät, Lesegerät, Drucker) zusammengesetzt ist, oder auf ein Einzelgerät (Kopierer, Faxgerät) übertragbar.

[0226] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung kann auch dadurch erfüllt werden, daß das System oder Gerät mit einem Speichermedium ausgerüstet wird, welches Programmcodes speichert, die von einem zum System oder Gerät gehörenden Computer (ZVE, Mikroprozessor) gelesen und zur Durchführung der beschriebenen Prozesse verwendet werden.

[0227] Die aus dem Speichermedium gelesenen Programmcodes dienen zur Erfüllung der Funktionen gemäß der beschriebenen Ausführungsform, während das die Programmcodes speichernde Speichermedium die Erfindung verkörpert.

[0228] Das Speichermedium in Form einer Floppy-Diskette, einer Festplatte, einer optischen Speicherplatte, einer magnetooptischen Diskette, einer CD-ROM, einer CD-R oder eines ROM kann die erforderlichen Programmcodes bereitstellen.

[0229] Die vorliegende Erfindung kann auch auf den Fall übertragen werden, bei welchem das Betriebssystem des Computers einen Teil der Prozesse oder alle Prozesse in Übereinstimmung mit den Programmcodes steuert und die Funktionen gemäß der beschriebenen Ausführungsform realisiert.

[0230] Die vorliegende Erfindung kann auch auf den Fall übertragen werden, bei welchem die aus dem Speichermedium gelesenen Programmcodes in eine Funktionserweiterungskarte, die in den Computer eingesetzt wird, oder in einen Speicher einer an den Computer angeschlossenen Funktionserweiterungseinheit geschrieben werden, und die in der Funktionserweiterungskarte oder Funktionserweiterungseinheit vorhandene ZVE die Durchführung eines Teils der Prozesse oder der gesamten Prozesse auf der Grundlage dieser Programmcodes veranlaßt und die Funktionen der beschriebenen Ausführungsform realisiert.

Patentansprüche

1. Druckverfahren zur Durchführung von Druckvorgängen auf einem Druckmedium durch Ausstoßen von Tinten unterschiedlicher Dichte (D1, D2, D3, D4) aus einem Tintenstrahldruckkopf (21), welches aufweist: einen Eingabeschritt zur Eingabe mehrwertiger Bilddaten, **dadurch gekennzeichnet**, daß es

außerdem aufweist: einen Berechnungsschritt zur Berechnung des Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf, einen Vorausbestimmungsschritt zur Vorausbestimmung der Druckdichteänderung der Tinte entsprechend dem im Berechnungsschritt berechneten Zeitverlauf, einen Auswahlschritt zum Auswählen der Tintenart und der Tintenausstoßmenge pro Einzelausstoß, welche geeignet sind, den durch die eingegebenen mehrwertigen Bilddaten angezeigten, im Vorausbestimmungsschritt auf der Grundlage der Druckdichteänderung der Tinte vorausbestimmten Dichtewert zu repräsentieren, und einen Ansteuerungsschritt zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte aus diesem auf der Grundlage der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenmenge.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Auswahlschritt sich in zwei Schritte unterteilt, in den Schritt zum Auswählen der Art der auszustoßenden Tinte auf der Grundlage der mehrwertigen Bilddaten und den Schritt zur Veränderung der Tintenmenge der ausgewählten Tintenart in Übereinstimmung mit der vorausbestimmten Druckdichteänderung.

3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Ansteuerungsschritt Tintentröpfchen unterschiedlicher Dichte im wesentlichen auf die selbe Pixelstelle des Druckmediums (24) ausgestoßen werden.

4. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß im Vorausbestimmungsschritt eine charakteristische Änderungstabelle verwendet wird, in welcher die Beziehung zwischen dem Zeitverlauf und der Dichteänderung der Tinte gespeichert ist.

5. Verfahren gemäß Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß für jede der zahlreichen Tinten unterschiedlicher Dichte eine charakteristische Änderungstabelle verfügbar ist.

6. Verfahren gemäß Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die charakteristische Änderungstabelle neu geschrieben werden kann.

7. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl an Druckköpfen (21) der Anzahl an Tinten unterschiedlicher Dichte (D1–D4) entspricht.

8. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Auswahlschritt die Tintenart und die Tintenmenge für jeden zu bedruckenden Pixel ausgewählt werden.

9. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die zahlreichen Tin-

ten unterschiedlicher Dichte die gleiche Farbe haben.

10. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, welches außerdem einen Pseudohalbtontschritt zur Verarbeitung eines Pseudohalbtons aufweist, um den durch die mehrwertigen Bilddaten angezeigten Dichtewert darzustellen.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zur Pseudohalbtonverarbeitung das Fehlerdiffusionsverfahren angewendet wird.

12. Druckvorrichtung zur Durchführung von Druckvorgängen auf einem Druckmedium (24) durch Ausstoßen zahlreicher Tinten unterschiedlicher Dichte (D1, D2, D3, D4) aus einem Tintenstrahldruckkopf (21), welche eine Eingabeeinheit zur Eingabe mehrwertiger Bilddaten aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß diese außerdem aufweist:

eine Berechnungseinheit (14) zur Berechnung des Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf,
eine Vorausbestimmungseinheit (14) zur Vorausbestimmung der Dichteänderung der Tinte entsprechend dem von der Berechnungseinheit berechneten Zeitverlauf,

eine Auswahleinheit (14) zum Auswählen der Tintenart und der Tintenausstoßmenge pro Einzelausstoß, welche geeignet sind, den Dichtewert zu repräsentieren, den die von der Eingabeeinheit eingegebenen, von der Vorausbestimmungseinheit auf der Grundlage der Druckdichteänderung der Tinte vorbestimmten mehrwertigen Bilddaten anzeigen, und
eine Ansteuerungseinheit zum Ansteuern des Druckkopfes zwecks Ausstoßens von Tinte aus diesem auf der Grundlage der von der Auswahleinheit ausgewählten Tintenart und Tintenmenge.

13. Vorrichtung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Auswahleinheit ein Baustein zum Auswählen der Art der auszustoßenden Tinte auf der Grundlage der mehrwertigen Bilddaten und ein Baustein zur Änderung der Ausstoßmenge der ausgewählten Tintenart in Übereinstimmung mit der von der Vorausbestimmungseinheit vorausbestimmten Druckdichteänderung gehören.

14. Vorrichtung gemäß Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuerungseinheit das Ausstoßen von Tröpfchen der zahlreichen Arten von Tinte unterschiedlicher Dichte im wesentlichen auf die selbe Pixelstelle des Druckmediums auslöst.

15. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß von der Vorausbestimmungseinheit auf der Grundlage der in der charakteristischen Änderungstabelle gespeicherten Beziehung zwischen dem Zeitverlauf und der Dichteänderung der Tinte die Vorausbestimmung durchge-

führt wird.

16. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zahlreichen Druckköpfe (21) in Übereinstimmung mit den zahlreichen Tinten unterschiedlicher Dichte verwendet werden.

17. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckkopf zahlreiche Düsen zum Ausstoßen von Tinte aufweist.

18. Vorrichtung gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß jede der zahlreichen Düsen des Druckkopfes einen elektrothermischen Wandler (50-1, 50-2) zur Erzeugung der für das Ausstoßen von Tinte erforderlichen Wärmeenergie aufweist.

19. Vorrichtung gemäß Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß jede der zahlreichen Düsen mehrere elektrothermische Wandler zur Veränderung der auszustoßenden Tintenmenge aufweist.

20. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß von der Auswahleinheit die Tintenart und die Tintenausstoßmenge für jeden zu bedruckenden Pixel auswählt wird.

21. Vorrichtung gemäß Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß von der Auswahleinheit das Auswählen anhand einer Tabelle erfolgt, welche die Beziehung zwischen dem durch die mehrwertigen Bilddaten repräsentierten Dichtewert und dem durch Kombination von Tinten unterschiedlicher Dichte erhaltenen repräsentativen Dichtewert widerspiegelt.

22. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die zahlreichen Tinten unterschiedlicher Dichte die gleiche Farbe haben.

23. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 12 bis 22, welche außerdem eine Pseudohalbtoneinheit zur Durchführung der Pseudohalbtonverarbeitung nach dem Fehlerdiffusionsverfahren aufweist, um den Dichtewert darzustellen, welcher durch die von Eingabeeinheit eingegebenen mehrwertigen Bilddaten angezeigt wird.

24. Maschinenlesbarer Speicher zum Speichern eines Programms für die Durchführung des Druckens auf einem Druckmedium (24) durch Ausstoßen mehrerer Tinten unterschiedlicher Dichte (D1, D2, D3, D4) aus einem Tintenstrahldruckkopf (21), wobei das Programm Codes für die Verarbeitung der eingegebenen mehrwertigen Bilddaten aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm außerdem aufweist: Codes zur Verarbeitung des berechneten Zeitverlaufs ab dem Vorausstoßen von Tinte aus dem Druckkopf,

Codes zur Verarbeitung der im Vorausbestimmungsschritt vorausbestimmten Druckdichteänderung der Tinte entsprechend dem im Berechnungsschritt berechneten Zeitverlauf,

Codes zur Verarbeitung der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge, welche geeignet sind, den Dichtewert zu repräsentieren, den die eingegebenen, im Vorausbestimmungsschritt auf der Grundlage der Druckdichteänderung der Tinte vorbestimmten mehrwertigen Bilddaten anzeigen, und

Codes zur Verarbeitung der Druckkopfansteuerung zwecks Ausstoßens von Tinte aus dem Druckkopf auf der Grundlage der im Auswahlschritt ausgewählten Tintenart und Tintenausstoßmenge.

Es folgen 20 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

Dünn (niedrig)



Dichteverhältnis	1	2	3	4
Dichtedaten	d1	d2	d3	d4
0	0	0	0	0
1	2	0	0	0
2	0	2	0	0
3	2	2	0	0
4	0	0	2	0
5	2	0	2	0
6	0	2	2	0
7	2	2	2	0
8	0	0	0	2
9	2	0	0	2
10	0	2	0	2
11	2	2	0	2
12	0	0	2	2
13	2	0	2	2
14	0	2	2	2
15	2	2	2	2

2 : Ausstoß großer Tröpfchen

1 : Ausstoß kleiner Tröpfchen

0 : kein Ausstoß

FIG. 2

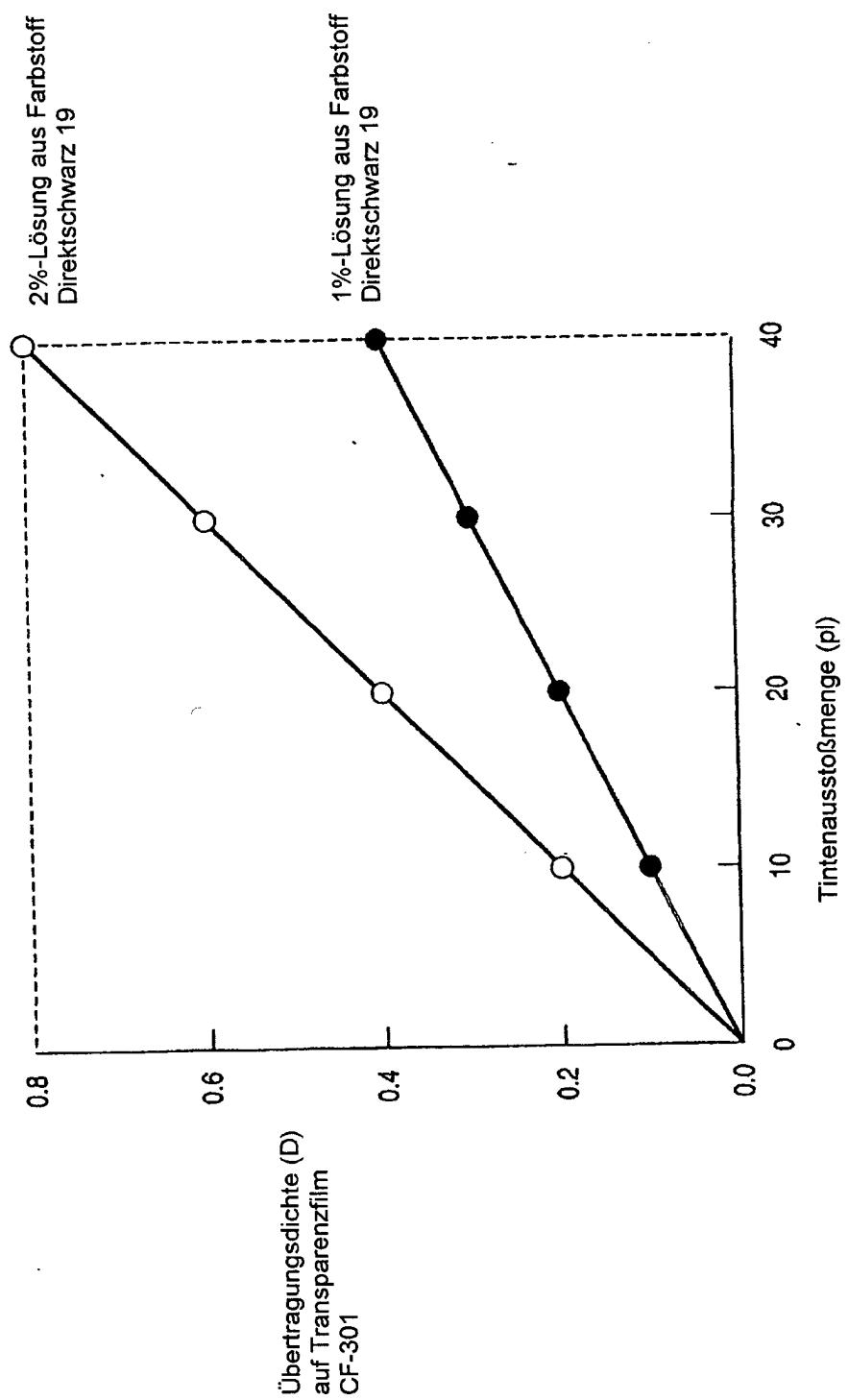


FIG. 3

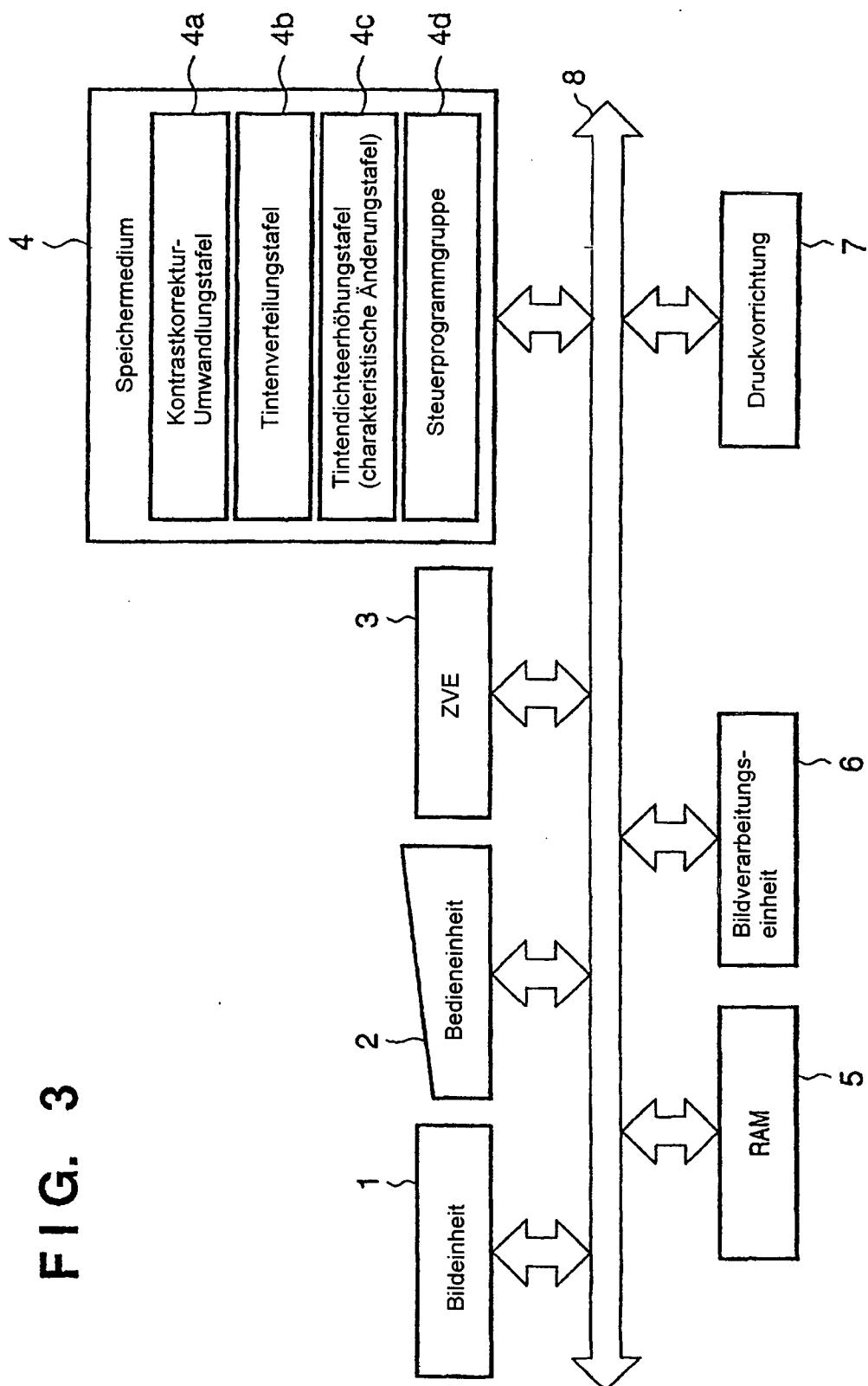


FIG. 4A

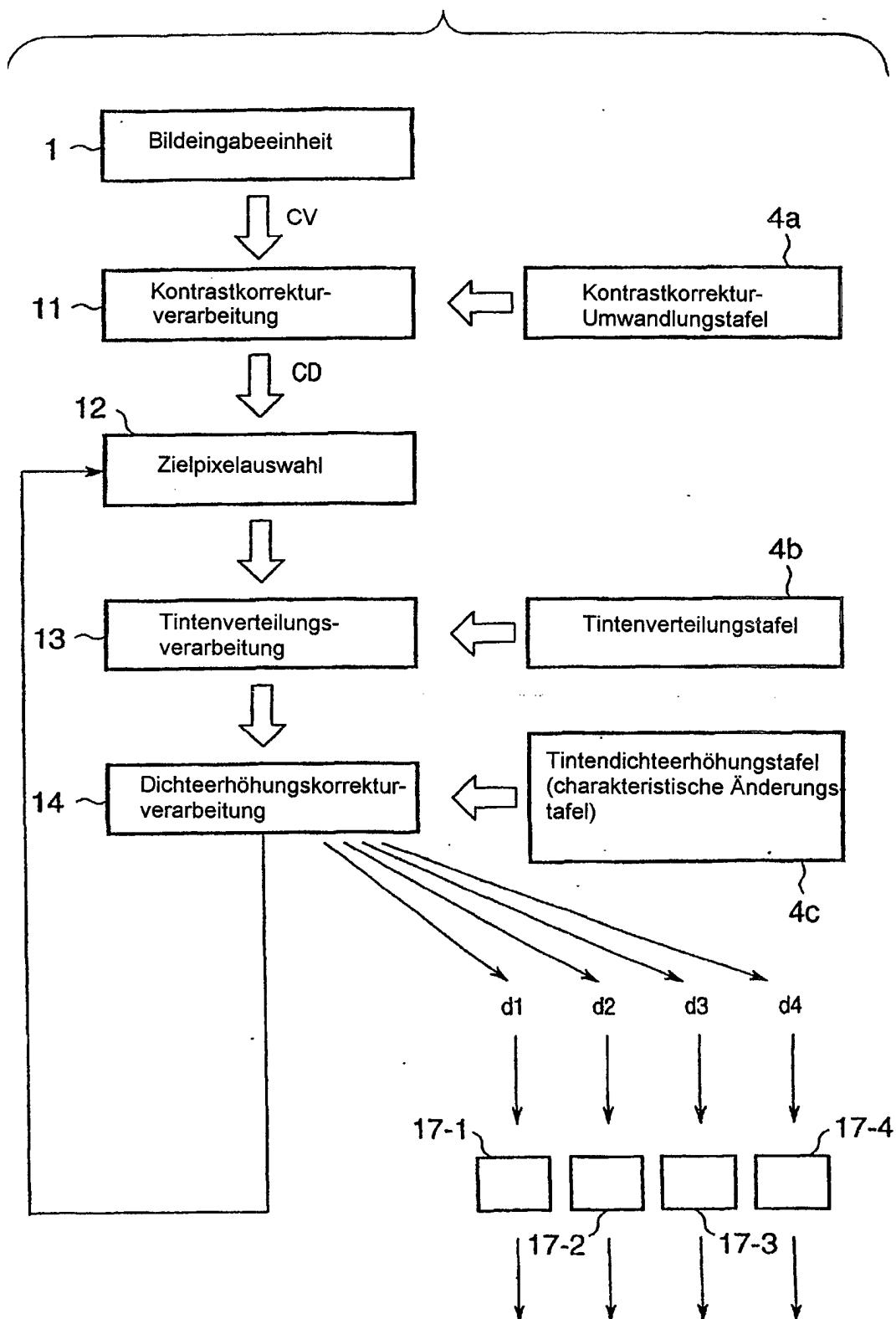


FIG. 4B

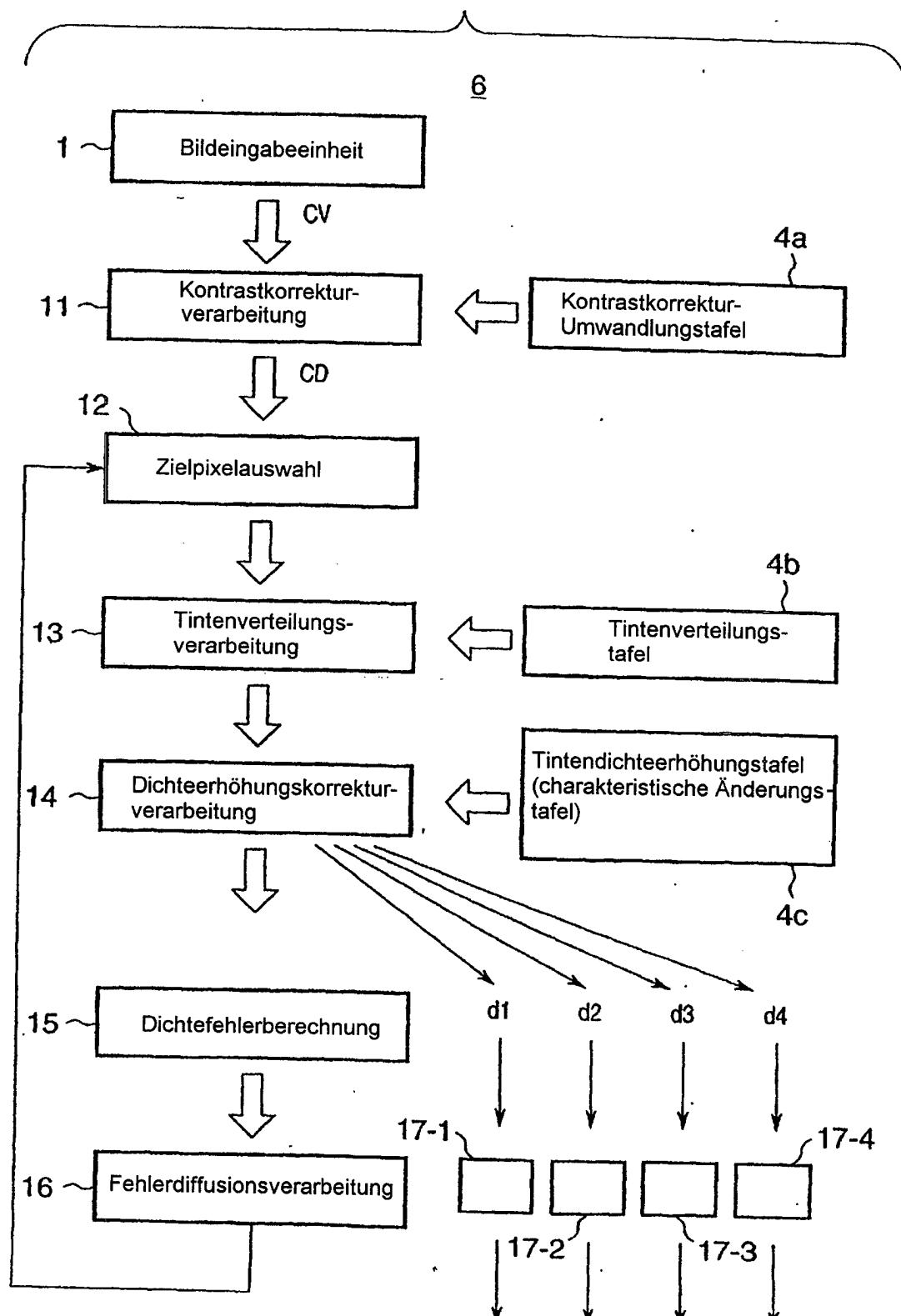
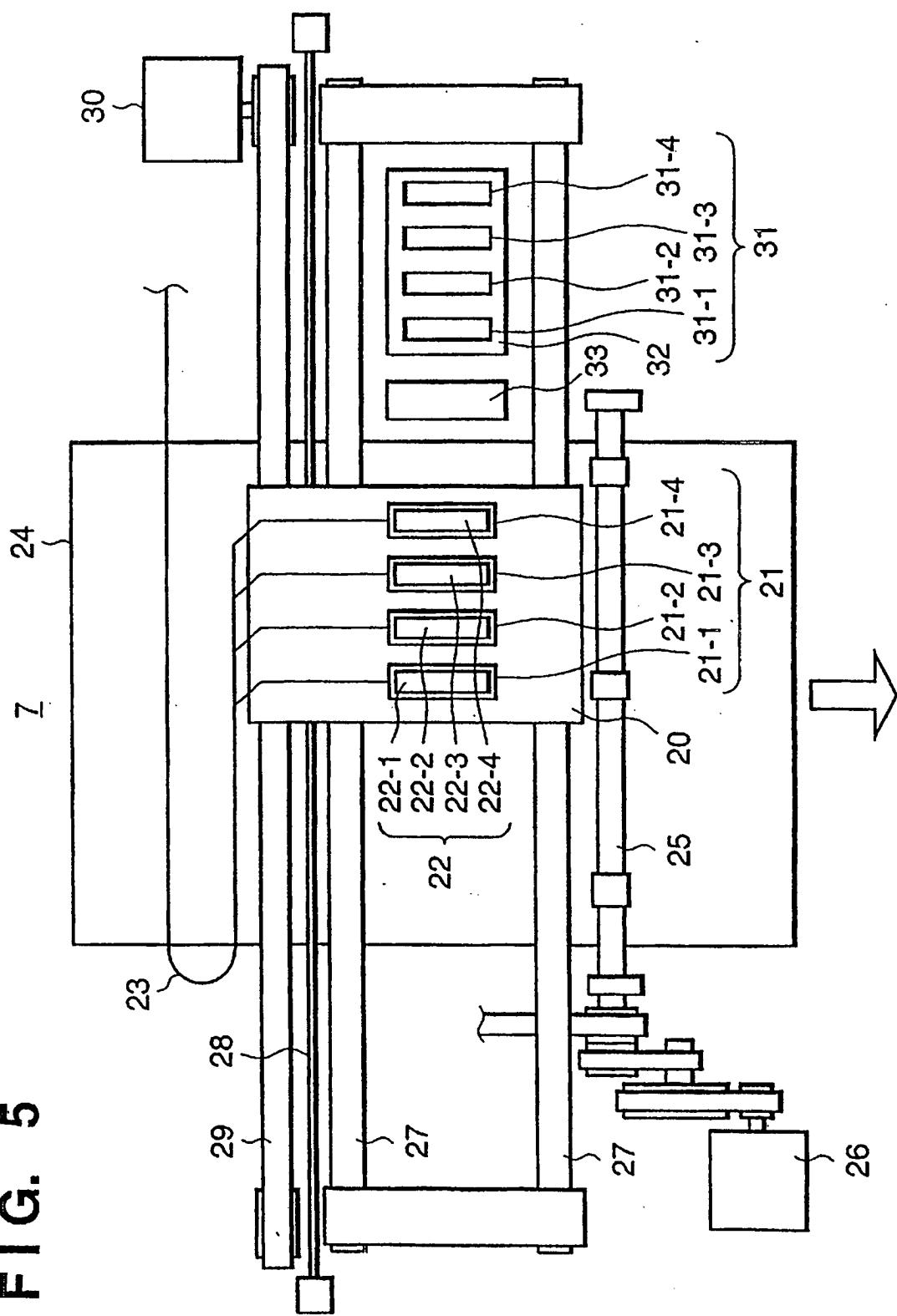


FIG. 5



F I G. 6

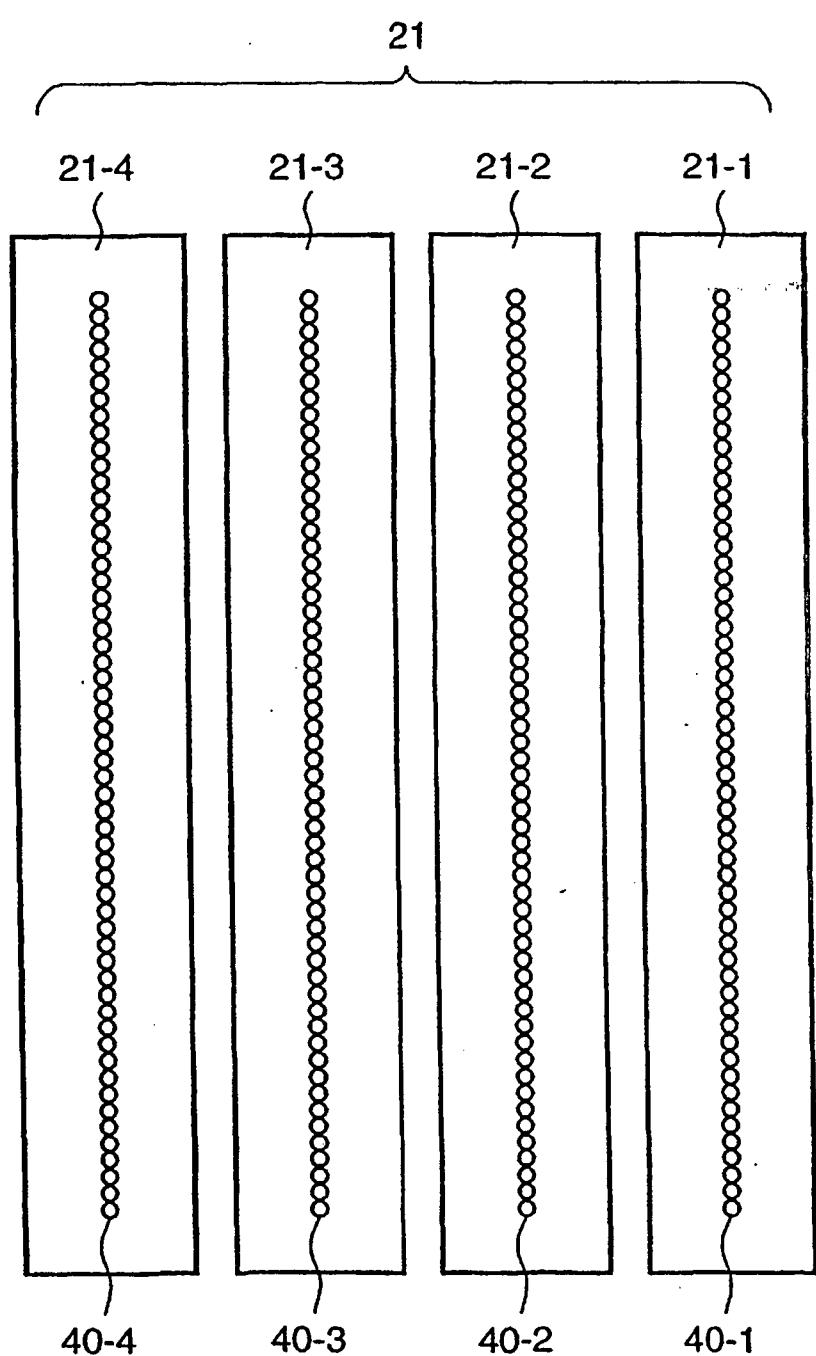


FIG. 7

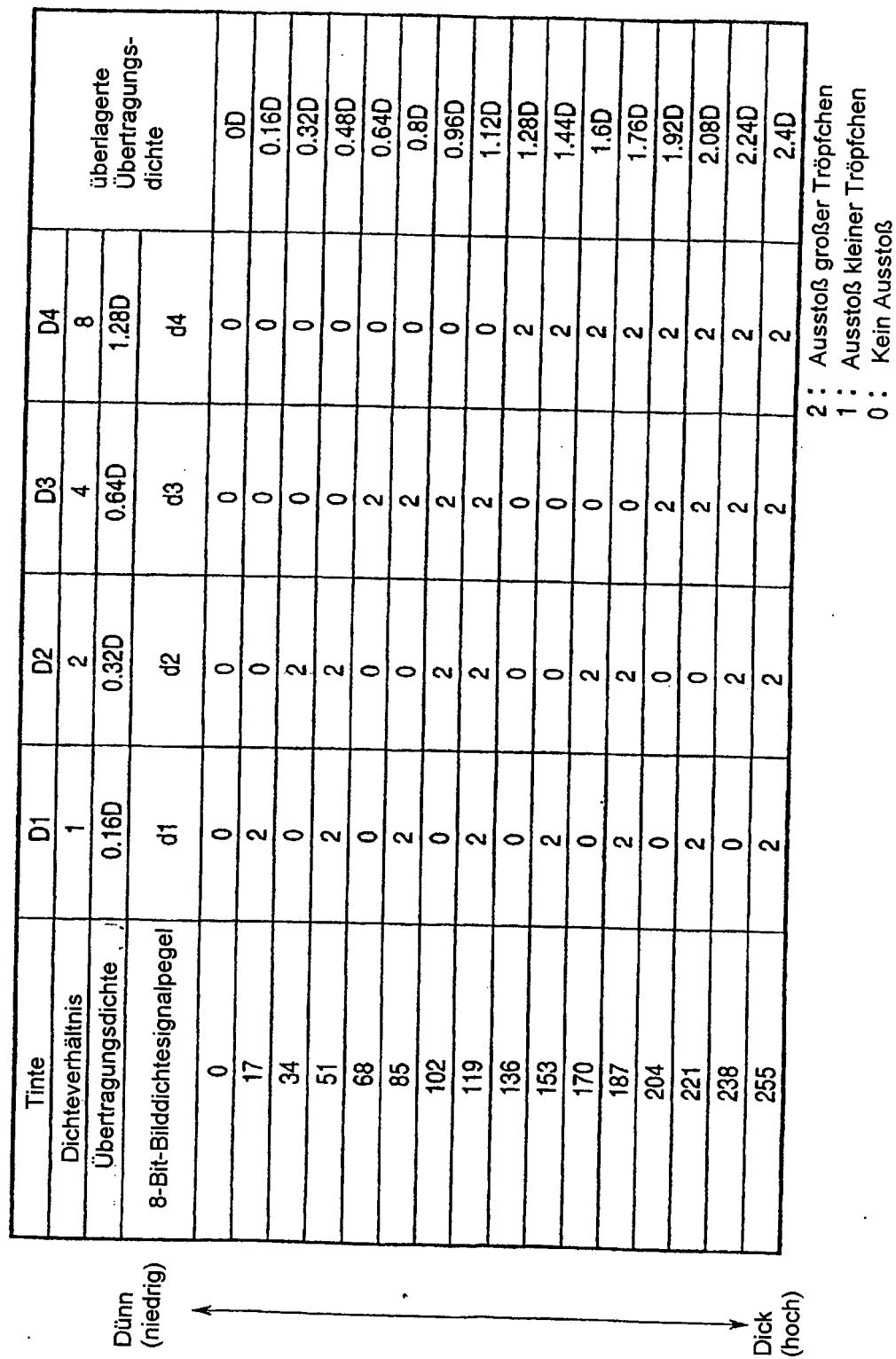


FIG. 8

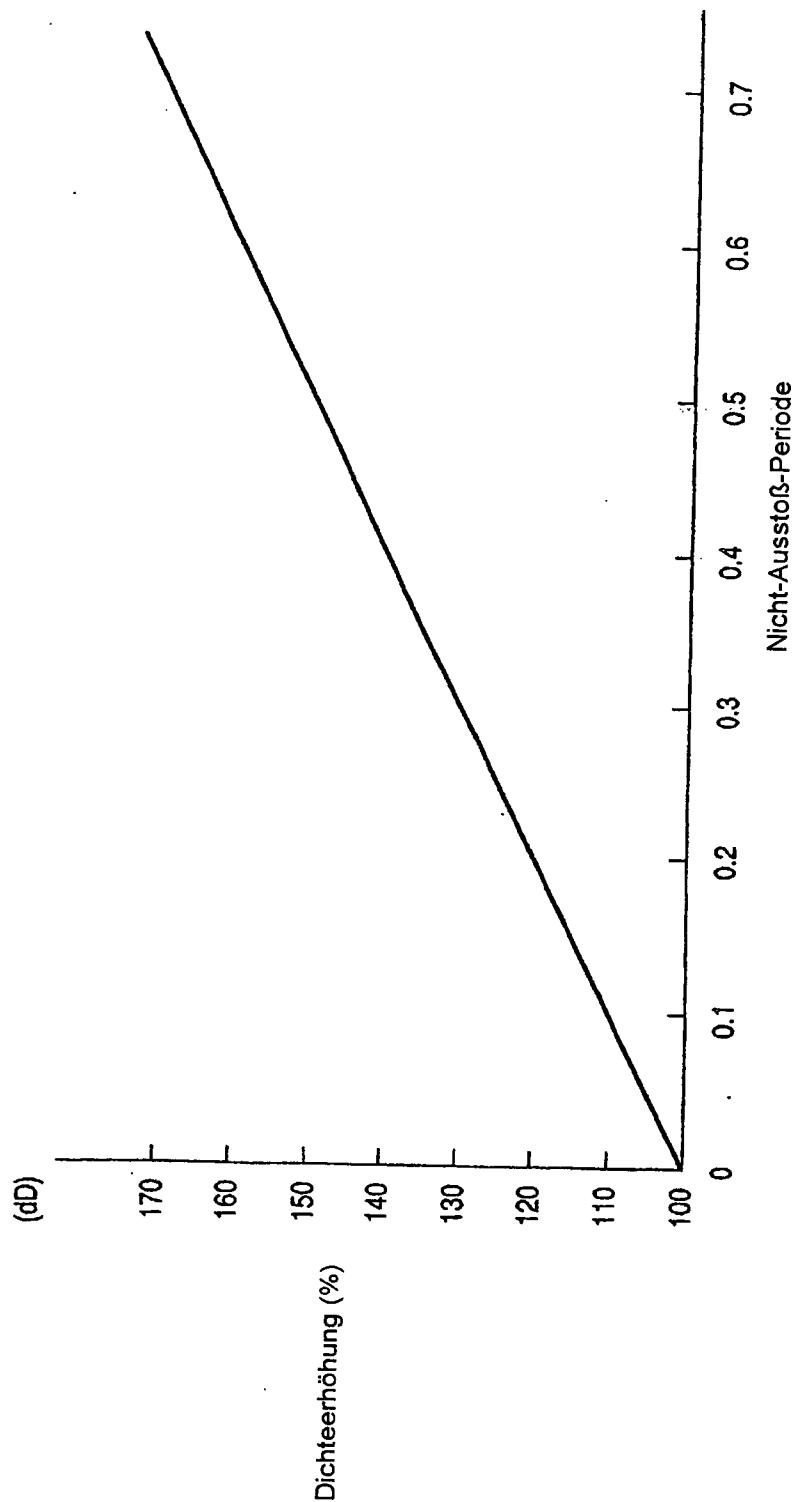


FIG. 9

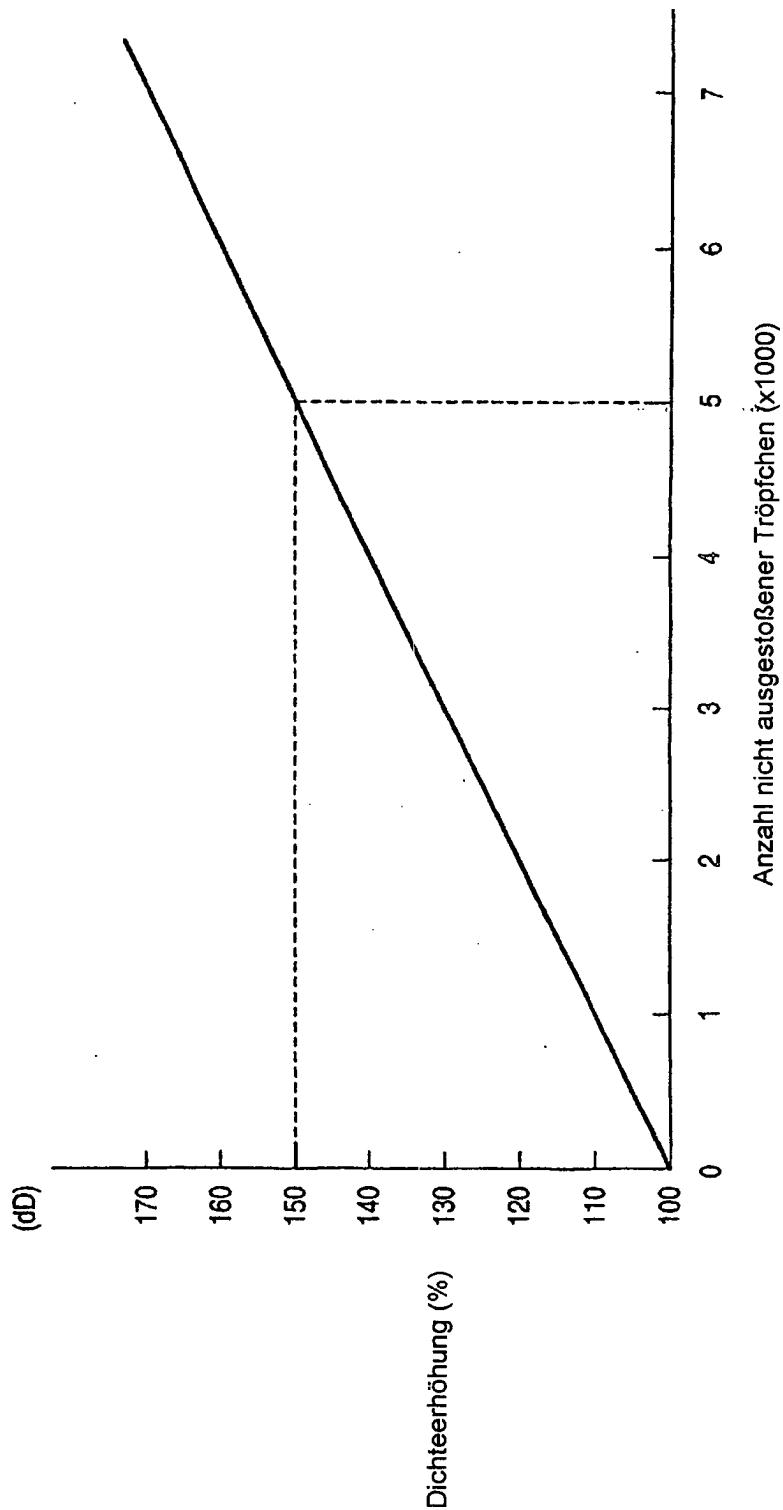


FIG. 10

Adressenverschiebung (Hexadezimaldarstellung)	Anzahl nicht aus- gestoßener Tröpfchen (N)	Dichteerhöhung (dD)
0H	0	$1+(0.5/5000) \times 0$
4H	1	$1+(0.5/5000) \times 1$
8H	2	$1+(0.5/5000) \times 2$
CH	3	$1+(0.5/5000) \times 3$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
190H	100	$1+(0.5/5000) \times 100$
194H	101	$1+(0.5/5000) \times 101$
198H	102	$1+(0.5/5000) \times 102$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
4E20H	5000	$1+(0.5/5000) \times 5000$
4E24H	5001	$1+(0.5/5000) \times 5001$
4E28H	5002	$1+(0.5/5000) \times 5002$
.	.	.
.	.	.
.	.	.
7FF4H	8189	$1+(0.5/5000) \times 8189$
7FF8H	8190	$1+(0.5/5000) \times 8190$
7FFCH	8191	$1+(0.5/5000) \times 8191$

FIG. 11A

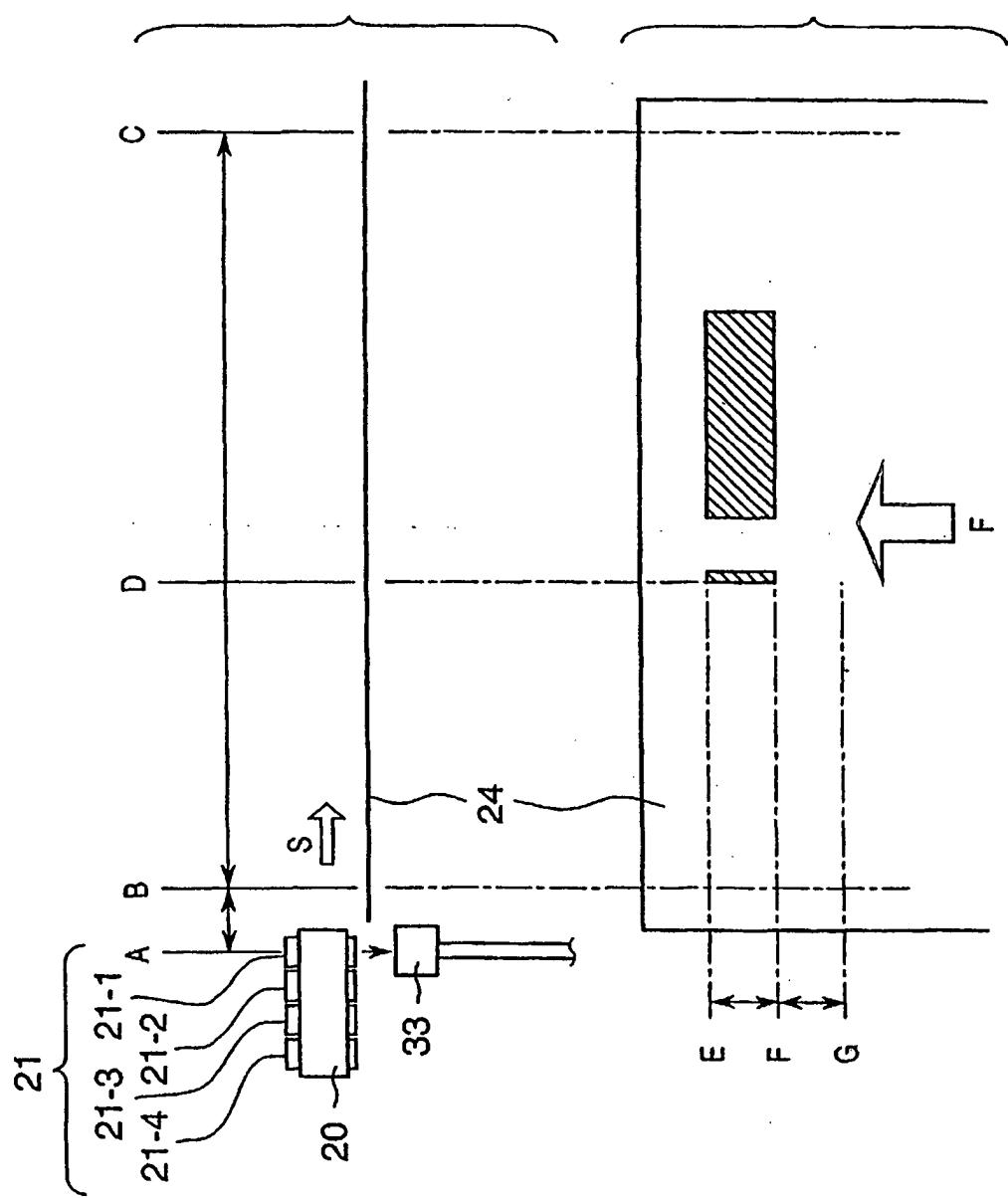


FIG. 11B

FIG. 12

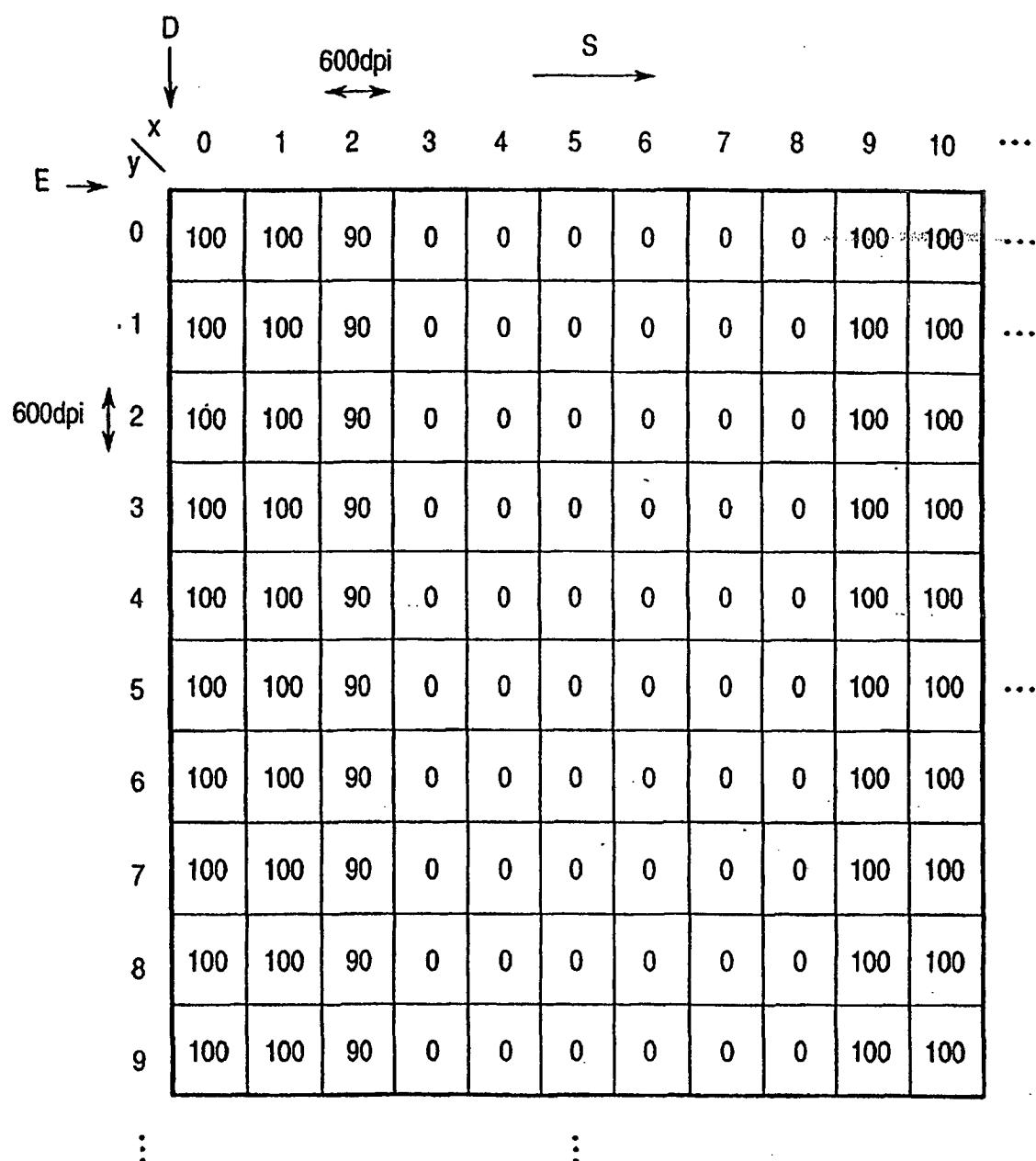


FIG. 13

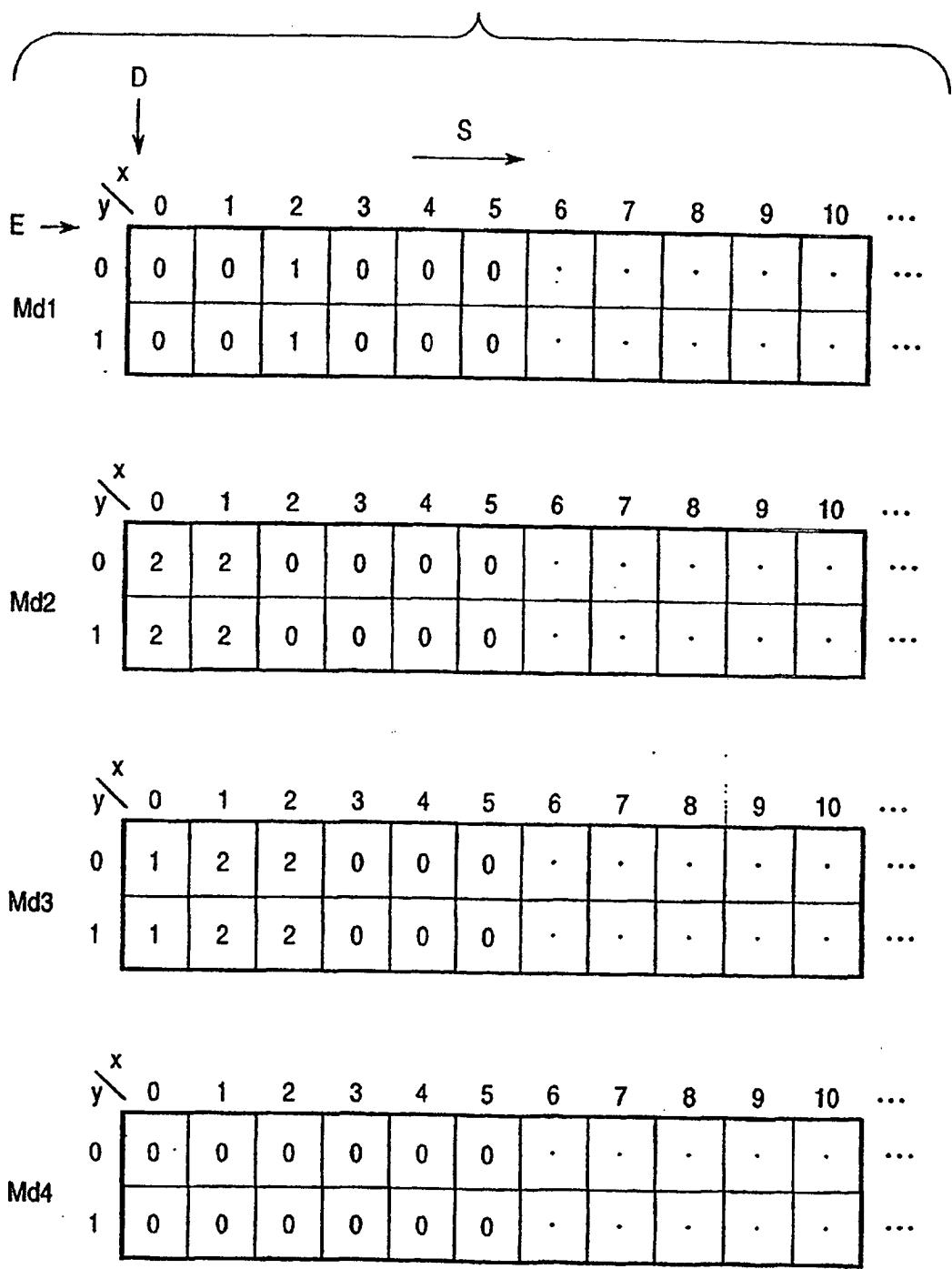
Kombination Nr.	Tinte		D1	D2	D3	D4	Überlager- te Übertra- gungs- dichte
	Dichteverhältnis		1	2	4	8	
	Übertragungsdichte		0.16D	0.32D	0.64D	1.28D	
	Übertragungsdichte (Dichtesignalumwand- lungswert)		17	34	68	136	
	Bilddichte- signalpegel	Grenz- wert	d1	d2	d3	d4	
0	0		0	0	0	0	0D
		8.5					
1	17		2	0	0	0	0.16D
		25.5					
2	34		0	2	0	0	0.32D
		42.5					
3	51		2	2	0	0	0.48D
		59.5					
4	68		0	0	2	0	0.64D
		76.5					
5	85		2	0	2	0	0.8D
		93.5					
6	102		0	2	2	0	0.96D
		110.5					
7	119		2	2	2	0	1.12D
		127.5					
8	136		0	0	0	2	1.28D
		144.5					
9	153		2	0	0	2	1.44D
		161.5					
10	170		0	2	0	2	1.6D
		178.5					
11	187		2	2	0	2	1.76D
		195.5					
12	204		0	0	2	2	1.92D
		212.5					
13	221		2	0	2	2	2.08D
		229.5					
14	238		0	2	2	2	2.24D
		246.5					
15	255		2	2	2	2	2.4D

2 : Ausstoß großer Tröpfchen

1 : Ausstoß kleiner Tröpfchen

0 : Kein Ausstoß

FIG. 14



2 : Ausstoß großer Tröpfchen
 1 : Ausstoß kleiner Tröpfchen
 0 : Kein Ausstoß

FIG. 15

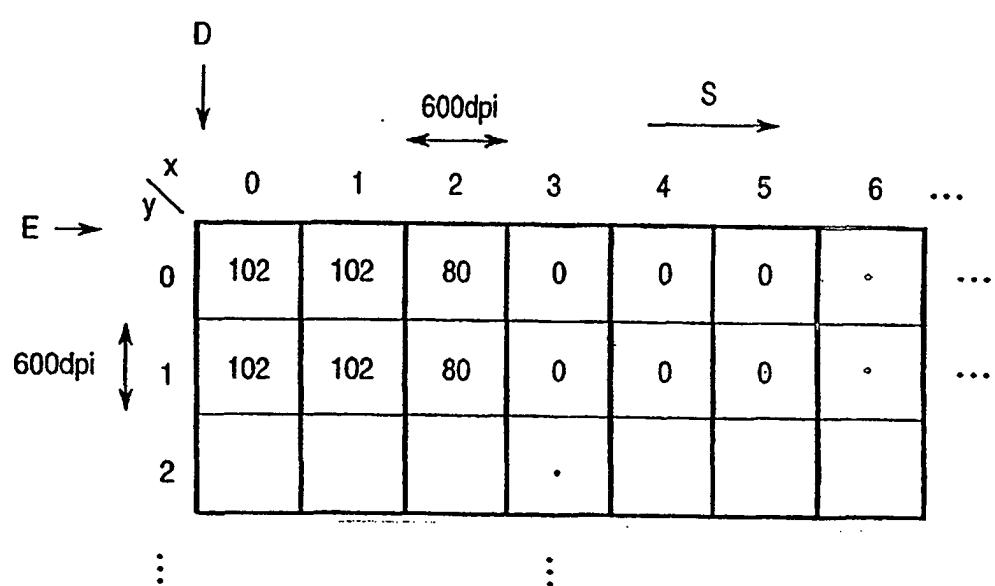


FIG. 16

			*	4/8	
	1/8	3/8		0/8	

FIG. 17

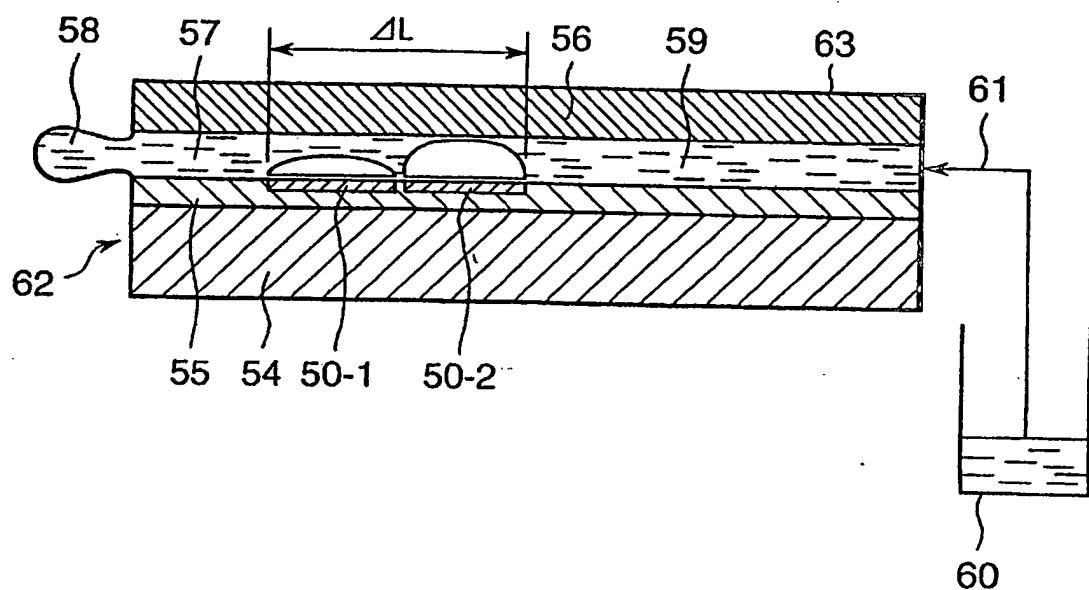


FIG. 18A

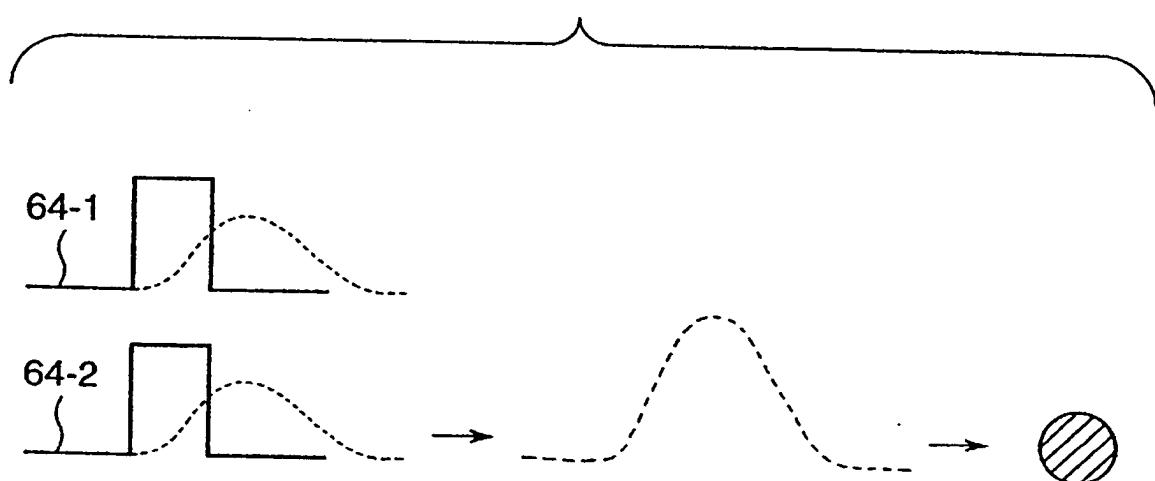


FIG. 18B

