(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 33 705 T2** 2006.11.09

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 312 481 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 33 705.0**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 075 071.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **17.12.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **21.05.2003**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **08.03.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **09.11.2006**

(51) Int Cl.[8]: ***B41J 2/21*** (2006.01)
B41J 2/05 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
995774 **22.12.1997** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston, Tex., US

(74) Vertreter:
Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049 Pullach

(72) Erfinder:
Lund, Mark D., Vancouver, WA 98683, US; Heim, Rory A., Corvallis, OR 97333, US; Castle, Steven T., Philomath, OR 97370, US

(54) Bezeichnung: **Dichtesteuerung zur Verbesserung der Druckqualität und zur Verlängerung der Druckkopflebensdauer in Tintenstrahldruckern**

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

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

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Tintenstrahldrucker und insbesondere auf Verfahren zum Verbessern der Druckqualität und Verlängern der Druckkopflebensdauer bei Tintenstrahldruckköpfen durch Steuern von Punktdichten in Druckkopfbändern.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Tintenstrahldrucker arbeiten durch Bewegen eines Druckkopfs mit einem oder mehreren Tintenstrahldüsen über ein Druckmedium und Aufbringen einer genauen Tintenmenge von spezifizierten Düsen, während dieselben über spezifizierte Pixelpositionen auf dem Druckmedium verlaufen. Ein Tintenstrahldüsentyp verwendet einen kleinen Widerstand zum Erzeugen von Wärme in einer zugeordneten Tintenkammer. Um eine Düse abzufeuern, wird eine Spannung an den Widerstand angelegt. Die resultierende Wärme bewirkt, dass sich Tinte in der Kammer schnell ausdehnt und dadurch ein oder mehrere Tröpfchen von der zugeordneten Düse drückt. Widerstände werden für jede Düse einzeln gesteuert, um ein gewünschtes Pixelmuster zu erzeugen, während der Druckkopf über das Druckmedium verläuft.

[0003] Um höhere Pixelauflösungen zu erzielen, wurden Druckköpfe mit großen Anzahlen von Düsen entwickelt. Dies hat das Potential für Druckkopfüberhitzen erzeugt. Jedes Düsenabfeuern erzeugt Resthitze. Falls zu viele Düsen in einer kurzen Zeitperiode abgefeuert werden, kann der Druckkopf unerwünscht hohe Temperaturen erreichen. Solche Temperaturen können den Druckkopf beschädigen und seine Lebensdauer verkürzen. Ferner kann das starke Verändern der Druckkopftemperaturen während des Druckens die Größe der Tröpfchen verändern, die von den Düsen ausgestoßen werden. Dies hat einen nachteiligen Effekt auf die Druckqualität.

[0004] Druckkopfüberhitzen ist häufig das Ergebnis einer hohen „Punktdichte" während eines einzigen Bands des Druckkopfs. Wenn ein Band gedruckt wird, verläuft der Druckkopf über eine bekannte Anzahl von verfügbaren Pixeln, von denen einige Tinte empfangen werden und andere keine Tinte empfangen werden. Die Pixel, die Tinte empfangen, werden als Punkte bezeichnet. Die „Punktdichte" ist der Prozentsatz von Pixeln in einem Band, die Tinte empfangen und dadurch Punkte werden. Wenn viele Bildtypen gedruckt werden, wie z. B. Textbilder, sind die Punktdichten relativ niedrig und bewirken kein Überhitzen. Dichtere Bilder, wie z. B. photographische Bilder, erfordern jedoch eine viel höhere Punktdichte und erzeugen das bestimmte Potential für Überhitzen.

[0005] Ein weiteres Problem, das durch Drucken von hochdichten Bildern verursacht wird, ist, dass es ungenügend Tinte in dem Düsenbereich des Druckkopfs zum Drucken des nächsten Bandes geben kann. Im Verlauf der Zeit, zerstört das Abfeuern einer Düse, wenn dieselbe einen nicht ausreichenden Tintenvorrat aufweist, die Düse.

[0006] Im Allgemeinen haben herkömmliche Drucker beide diese Probleme durch Anhalten des Druckkopfs gehandhabt. Wo übermäßige Druckkopftemperatur ein Problem ist, wird eine Pause verwendet, um es dem Druckkopf zu ermöglichen, sich abzukühlen. Gleichartig dazu wird eine Pause verwendet, um es zu ermöglichen, dass zusätzliche Tinte in den Düsenbereich des Druckkopfs fließt.

[0007] Jede wesentliche Pause beim Drucken kann jedoch unerwünschte Effekte auf die Druckqualität haben. Zufällige Verzögerungen zwischen Bändern führen zu horizontalen Bahnen mit Farbtonverschiebung. Dies liegt daran, dass unterschiedliche Farbtöne gebildet werden, wenn nasse Tintenbereiche auf Tintentröpfchen von verschiedenem Trockenheitsgrad während vorhergehenden überlappenden Bändern aufgebracht werden. Noch beträchtlichere Farbtonverschiebungen werden offensichtlich bei Start-/Stopp-Grenzen, wenn in der Mitte von Bändern angehalten wird.

[0008] Eine weitere Möglichkeit zum Adressieren der Probleme von Überhitzen und nicht ausreichender Tintenmenge ist das Verlangsamen der Geschwindigkeit des Druckkopfs, während sich derselbe über das Druckmedium bewegt. Der wesentlichste Nachteil dieser Taktik ist, dass sie fortlaufend den Durchsatz für alle Dokumente reduziert, unabhängig von deren Dichte. Ein etwas besserer Lösungsansatz ist das Verlangsamen des Druckkopfs nur während Bändern, von denen vorhergesagt ist, dass dieselben Überhitzen oder geringe Tintenmengen bewirken. Dies macht jedoch die Tropfenausrichtung schwierig. Die horizontale Position eines Tintentropfens wird teilweise durch die horizontale Geschwindigkeit des Druckkopfs bestimmt, während der Tintentropfen von dem Druckkopf ausgestoßen wird. Somit ist es sehr schwierig, die Punkte von zwei unterschiedlichen Bändern auszurichten, falls die Bänder bei unterschiedlichen Druckkopfgeschwindigkeiten gedruckt werden.

[0009] Die EP 0 720 917 offenbart ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 9, bei dem das Drucken eines Bildes gesteuert wird durch Auswählen entweder eines Einzeldurchlauf-100%-Abdeckungsdruckmodus oder eines Doppeldurchlauf-Schachbrettmuster-Druckmodus basierend auf der Druckkopftemperatur und der Dichte des Bildes, das zu drucken ist.

[0010] Die US 4,910,528 offenbart einen Tintenstrahldrucker, bei dem das Kühlen des Druckkopfs erreicht wird durch Verzögern des Druckdurchlaufs oder Reduzieren der Wärmelast während des Druckdurchlaufs durch Verlangsamen der Druckgeschwindigkeit nur während dieses Durchlaufs.

[0011] Die US 5,172,142 offenbart ein Tintenstrahldrucksystem, bei dem die Treiberfrequenz eines Druckkopfs geändert wird in Übereinstimmung mit der Temperatur, und Dichtedaten in eine optimale Kopftreiberspannung umgewandelt werden, in Übereinstimmung mit der Temperatur.

[0012] Es ist anzumerken, dass jedes der oben erwähnten Probleme auch das Ergebnis eines langsamen Datenstroms von einem Host sein kann. Genauer gesagt, ein langsamer Datenstrom kann Pausen erfordern oder das Verlangsamen des Druckkopfs, was die beschriebenen Verschlechterungen der Druckqualität bewirkt.

Zusammenfassung der Erfindung

[0013] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Steuern der Druckkopftemperatur in einem Tintenstrahldruckkopf, wie es in den Ansprüchen beschrieben ist.

[0014] Die Erfindung handhabt den Bedarf, den Durchsatz in den drei oben beschriebenen Situationen zu verlangsamen: wenn eine hohe Druckdichte droht, Überhitzen zu bewirken; wenn eine hohe Druckdichte Tintenmengen in den Düsenbereichen der Druckköpfe reduziert; und wenn ein Host Daten bei einer Geschwindigkeit liefert, die langsamer ist als die maximale Druckgeschwindigkeit des Druckers.

[0015] Gemäß der Erfindung wird jede dieser drei Situationen verwendet, um einen Durchsatzreduktionsmodus auszulösen. Wenn in diesem Modus gearbeitet wird, werden Gruppen von benachbarten Düsen in dem Druckkopf deaktiviert, was zu Bändern von weniger als der maximalen Höhe führt. Die Bänder mit reduzierter Höhe ergeben eine geringere Druckdichte und reduzieren dadurch das Druckkopferwärmen und ermöglichen es, dass mehr Tinte in die Düsenbereiche des Druckkopfs fließt. Der reduzierte Durchsatz, der sich von der reduzierten Bandhöhe ergibt, ermöglicht auch eine langsamere Datenrate von einem Host.

[0016] Als Folge des Reduzierens der Anzahl von Düsen, die in einem bestimmten Band verwendet werden, gibt es normalerweise keinen Bedarf, den Druckkopf entweder zwischen Bändern oder während der Mitte eines Bands anzuhalten. Ferner gibt es keinen Bedarf, die Geschwindigkeit des Druckkopfs zu variieren. Folglich vermeidet die Erfindung die oben beschriebenen Farbton- und Tropfenausrichtungs-Probleme.

[0017] Die Erfindung umfasst eine Technik zum dynamischen Bestimmen einer maximal erlaubten Bandpunktdichte, die Druckkopfüberhitzen verhindert. Gemäß dieser Technik überwacht der Drucker die Banddichte und die Spitzendruckkopftemperatur für jedes Druckkopfband. Nach jedem Band berechnet der Drucker die maximale Bandpunktdichte neu, basierend auf der überwachten Dichte und Spitzentemperatur des Bands.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0018] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das entsprechende Komponenten eines Tintenstrahldruckers gemäß der Erfindung zeigt.

[0019] Fig. 2 ist eine konzeptionelle Darstellung eines Druckkopfs, wie er z. B. in dem Drucker von Fig. 1 verwendet werden könnte.

[0020] Fig. 3 und Fig. 4 sind Flussdiagramme, die Schritte zeigen, die ge mäß der Erfindung durchgeführt werden.

[0021] Fig. 5 und Fig. 6 stellen aufeinanderfolgende überlappende Druckkopfbänder oder Durchläufe gemäß der Erfindung dar.

Detaillierte Beschreibung

[0022] Fig. 1 zeigt entsprechende Komponenten eines Druckers **10** gemäß der Erfindung. Der Drucker **10** ist ein Tintenstrahldrucker mit einem Druckkopf **12**. Der Druckkopf hat mehrere Düsen (in Fig. 1 nicht gezeigt). Eine Schnittstellenelektronik **13** ist dem Drucker **10** zugeordnet, um eine Schnittstelle zu bilden zwischen den Steuerlogikkomponenten und den elektromechanischen Komponenten des Druckers. Die Schnittstellenelektronik **13** umfasst beispielsweise Schaltungen zum Bewegen des Druckkopfs und des Papiers und zum Abfeuern einzelner Düsen.

[0023] Der Drucker **10** umfasst eine Steuerlogik in der Form eines Mikroprozessors **14** und eines zugeordneten Speichers **15**. Der Mikroprozessor **14** ist programmierbar, da er Programmbefehle von dem Speicher liest und seriell ausführt. Allgemein führen diese Befehle verschiedene Steuerschritte und Funktionen aus, die für Tintenstrahldrucker typisch sind. Außerdem überwacht und steuert der Mikroprozessor Tintenstrahlspitzentemperaturen, wie es nachfolgend näher erklärt wird. Der Speicher **15** ist vorzugsweise eine Kombination aus ROM, dynamischem RAM und möglicherweise einem Typ von nicht-flüchtigem und beschreibbarem Speicher, wie z. B. batterieunterstützter Speicher oder Flash-Speicher.

[0024] Ein Temperatursensor **16** ist dem Druckkopf zugeordnet. Er ist wirksam verbunden, um eine Druckkopftemperaturmessung an die Steuerlogik zu liefern, durch die Schnittstellenelektronik **13**. Der Temperatursensor in dem beschriebenen Ausführungsbeispiel ist ein Wärmeerfassungswiderstand. Er erzeugt ein analoges Signal, das in der Schnittstellenelektronik **13** digitalisiert wird, so dass dasselbe durch den Mikroprozessor **14** gelesen werden kann. Mehr Einzelheiten bezüglich des Temperatursensors, seiner Kalibrierung und seiner Verwendung finden sich in der Europäischen Patentanmeldung, die gleichzeitig hiermit eingereicht wurde, mit dem Titel „Method and Apparatus for Detecting the End of Life of a Print Cartridge For a Thermal Ink Jet Printer", veröffentlicht als EP 0924083.

[0025] Der Mikroprozessor **14** ist verbunden, um Befehle und Daten von einem Host-Computer (nicht gezeigt) durch ein oder mehrere I/O-Kanäle oder Tore **20** zu empfangen. Der I/O-Kanal **20** ist ein paralleles oder serielles Kommunikationstor, wie es durch viele Drucker verwendet wird.

[0026] Fig. 2 zeigt ein beispielhaftes Layout der Düsen **21** bei einem Beispiel des Druckkopfs **12**. Der Druckkopf **12** hat eine oder mehrere lateral beabstandete Düsen- oder Punktspalten. Jede Düse **21** ist an einer unterschiedlichen vertikalen Position positioniert (wobei die vertikale Richtung die Richtung des Druckmediumverlaufs ist, in einem rechten Winkel zu der Richtung des Druckkopfverlaufs) und entspricht einer jeweiligen Pixelzeile auf dem darunter liegenden Druckmedium. Bei den meisten Bändern des Druckkopfs werden alle Düsen verwendet, was dazu führt, was hierin als Band voller Höhe bezeichnet wird.

[0027] Selbstverständlich sind viele unterschiedliche Druckkopfkonfigurationen möglich und die Erfindung ist nicht auf das in Fig. 2 gezeigte vereinfachte Beispiel begrenzt. Bei einem aktuellen Ausführungsbeispiel der Erfindung hat der Druckkopf beispielsweise Düsen, die 288 Pixelzeilen entsprechen. Außerdem verwenden einige Druckköpfe redundante Spalten von Düsen für verschiedene Zwecke. Ferner haben Farbdrucker typischerweise drei oder mehr Sätze von Düsen positioniert, um Tintentröpfchen unterschiedlicher Farbe auf die gleichen Pixelzeilen aufzubringen. Der Düsensatz kann in einem einzelnen Druckkopf enthalten sein oder in drei unterschiedlichen Druckköpfen enthalten sein. Die hierin beschriebenen Prinzipien der Erfindung gelten in jedem Fall.

[0028] Allgemein spricht der Druckkopf **12** auf die Steuerlogik an, die durch den Mikroprozessor **14** und den Speicher **15** implementiert wird, um wiederholt in einzelnen horizontalen Bändern über ein Druckmedium zu verlaufen. Die einzelnen Düsen des Druckkopfs werden wiederholt während jedes Druckkopfbands abgefeuert, um ein Tintenmuster auf das Druckmedium aufzubringen. Bei einigen Druckern überlappen die Bänder einander, so dass der Druckkopf zwei oder mehr Mal über jede Pixelzeile verläuft.

[0029] Ein Drucker gemäß der Erfindung reduziert die Höhe der ausgewählten Bänder zum Reduzieren der Druckdichte für diese ausgewählten Bänder und um dadurch die mittlere Druckdichte im Verlauf der Zeit zu steuern, während eine einheitliche Bandwiederholungsrate beibehalten wird. Die Bandhöhe wird reduziert ansprechend auf einen der drei Faktoren oder Bedingungen: (a) eine Verzögerung beim Empfangen ankommender Druckdaten; (b) eine hohe Druckdichte für das Band, von der vorhergesagt wird, dass sie die Druckkopftemperatur auf einen nicht akzeptierbaren hohen Pegel erhöht; und (c) eine hohe Druckdichte für das Band, von der vorhergesagt wird, dass sie die Düsentintenvorräte auf unannehmbar niedrige Pegel verringert.

[0030] Gemäß der Erfindung ist die Steuerlogik konfiguriert, um Bandpunktdichte vor jedem Band zu berechnen. Diese Bandpunktdichte, die als Volles-Band-Punktdichte D_F bezeichnet wird, ist die Banddichte, die sich aus dem Drucken eines Bands voller Höhe ergeben würde – unter Verwendung aller Düsenzeilen. D_F variiert mit jedem Band, abhängig von dem Bild, das gedruckt wird. Die Volles-Band-Dichte zeigt ein Verhältnis von Düsenabfeuerungen während eines einzelnen Bands zu der Anzahl von Düsenabfeuerungen an, die während des Bands durchgeführt würden, falls jede Düse bei jedem Pixel in seiner entsprechenden Zeile abgefeuert würde. Wie es nachfolgend näher beschrieben wird, kann ein tatsächliches Band begrenzt werden auf weniger als ein volles Band, indem nur ein Teilsatz der verfügbaren Düsen in dem Druckkopf verwendet wird. Ein solches Band wird hierin als Band reduzierter Höhe bezeichnet. Eine tatsächliches Band-Punktdichte D_{ACT} ist der Prozentsatz von Düsenabfeuerungen, die tatsächlich während eines Bands durchgeführt werden, im Vergleich zum Abfeuern jeder Düse (einschließlich deaktivierter Düsen) bei jedem Pixel in der entsprechenden Zeile. In dem Fall eines bestimmten Bands reduzierter Höhe wird D_{ACT} geringer sein als DF.

[0031] Nach dem Berechnen der Vollbanddichte für ein bevorstehendes Band vergleicht die Steuerlogik dasselbe mit einer maximal erlaubten Bandpunktdichte. Falls die Volles-Band-Punktdichte die maximal erlaubte Bandpunktdichte überschreitet, begrenzt die Steuerlogik die Anzahl von Düsenabfeuerungen während des bevorstehenden Bands. Genauer gesagt, die Steuerlogik wählt und verwendet nur einen Teilsatz der verfügbaren Düsen während des bevorstehenden Bands, zum Erzeugen eines Bands reduzierter Höhe mit reduzierter Druckdichte. Die Pi-

xelzeilen, die andernfalls während des Bands gedruckt worden wären, werden für das nächste Band gespart. Dies reduziert die Punktdichte unter die maximal erlaubte Bandpunktdichte.

[0032] Fig. 3 stellt dieses Verfahren zum Steuern durchschnittlicher Druckdichte dar. Die Schritte von Fig. 3 werden durchgeführt durch die Steuerlogik des Druckers **10** und werden vor jedem Druckkopfband wiederholt.

[0033] Ein erster Schritt **50** umfasst das Prüfen, ob genug Daten von dem Host-Computer empfangen wurden, um ein gesamtes volles Band zu drucken. Falls das Ergebnis dieses Tests wahr ist, schreitet die Ausführung mit Schritt **52** fort. Andernfalls, falls nicht genug Daten empfangen wurden, wird ein Schritt **51** zum Reduzieren der Bandhöhe durchgeführt, durch Auswählen eines ersten Teilsatzes der Düsen des Druckkopfs **12**, wobei die Düsen des Teilsatzes den Pixelzeilen entsprechen, für die bereits Daten empfangen wurden. Alle Düsen, die nicht in diesem Teilsatz sind, werden vorübergehend deaktiviert, was bedeutet, dass dieselben nicht während des bevorstehenden Bands abgefeuert werden.

[0034] Schritt **52** umfasst das Berechnen der tatsächlichen Banddichte D_{ACT} des bevorstehenden Bands. Falls Schritt **51** umgangen wurde, ist $D_{ACT} = D_F$. Andernfalls wird D_{ACT} berechnet basierend auf den Daten für den ausgewählten ersten Teilsatz von Düsen, der bei dem bevorstehenden Band verwendet wird. Ein Schritt **53** umfasst das Vergleichen von D_{ACT} mit D_{MAX}, wobei D_{MAX} die maximal erlaubte Banddichte ist. Falls $D_{ACT} > D_{MAX}$, wird ein Schritt **55** ausgeführt, des Auswählens eines zweiten kleineren Teilsatzes der Düsen des Druckkopfs **12** für die Verwendung während des bevorstehenden Bands. Der zweite Teilsatz ist ein Teilsatz des ersten Teilsatzes. Die Anzahl von Düsen in dem zweiten Teilsatz wird berechnet, so dass die tatsächliche Druckdichte D_{ACT} für das Band geringer oder gleich D_{MAX} ist.

[0035] Bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wird jedes Band reduzierter Höhe in der Höhe reduziert, durch Deaktivieren einer Anzahl von Düsen, die ein ganzzahliges Mehrfaches eines vorausgewählten Minimums ist. Die Anzahl von deaktivierten Düsen kann beispielsweise nach oben abgerundet werden zu dem nächst höchsten ganzzahligen Mehrfachen von **16** oder **32**.

[0036] Schritt **56** umfasst das Durchführen des Druckkopfbands mit dem ausgewählten Teilsatz von Düsen. Die Steuerlogik überwacht die Druckkopftemperatur während dieses Schritts und zeichnet die Spitzendruckkopftemperatur T_{PEAK} für die Verwendung bei den nachfolgend mit Bezugnahme auf Fig. 4 beschriebenen Schritten auf.

[0037] D_{MAX} ist eine potentiell veränderliche Nummer, die durch die Steuerlogik beibehalten wird, basierend auf bekannten und gemessenen Charakteristika des Druckkopfs. Die maximal mögliche Tintenflussrate legt die obere Grenze von D_{MAX} fest. Genauer gesagt, die obere Grenze von D_{MAX} wird bei einem Wert festgelegt, der eine durchschnittliche Tintenflussrate von weniger oder gleich der maximal möglichen Flussrate erzeugt. Abhängig von dieser oberen Grenze wird D_{MAX} während des Druckerbetriebs aktualisiert, basierend auf aufgezeichneten Spitzentemperaturen, die durch den Druckkopf während vorhergehenden Bändern erreicht werden, die bekannte Druckdichten aufweisen.

[0038] Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel der Erfindung berechnet die Druckersteuerlogik D_{MAX} durch Überwachen der tatsächlichen Bandpunktdichte und der Spitzendruckkopftemperatur T_{PEAK} während jedem Druckkopfband, und berechnet D_{MAX} wiederholt (nach jedem Band) als eine Funktion der tatsächlichen Bandpunktdichte D_{ACT} und Spitzentemperatur T_{PEAK}. D_{MAX} wird berechnet, so dass ein Druckkopfband, bei dem $D_{ACT} = D_{MAX}$ ist, zu einer Druckkopftemperatur führt, die eine maximal erlaubte Spitzendruckkopftemperatur T_{MAX} nicht überschreitet.

[0039] D_{MAX} wird berechnet durch Multiplizieren der tatsächlichen Bandpunktdichte D_{ACT} eines bestimmten Druckkopfbandes um einen Faktor, der zumindest teilweise auf der Spitzentemperatur T_{PEAK} des Druckkopfs, während des Bands, und auf einer spezifizierten maximal erlaubten Temperatur T_{MAX} des Druckkopfs basiert. Bei dem hierin beschriebenen Ausführungsbeispiel ist der Faktor gleich $(T_{MAX} - T_{START})/(T_{PEAK} - T_{START})$ wobei T_{START} gleich der Temperatur des Druckkopfs vor dem Druckkopfband ist. Bei dem hierin beschriebenen Ausführungsbeispiel ist T_{START} eine Konstante, die die Druckkopftemperatur am Anfang jedes Bands nähert. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel erwärmt oder kühlt die Druckkopfsteuerlogik in dem Drucker **10** den Druckkopf auf eine Zieltemperatur vor jedem Druckkopfband. T_{START} ist gleich dieser Zieltemperatur. Druckkopf kühlen wird erreicht durch Auferlegen einer kurzen Verzögerung vor einem bevorstehenden Band. Druckkopferwärmen wird erreicht durch eine Technik, die als „Pulswärmen" bekannt ist, bei der Düsen wiederholt mit elektrischen Pulsen einer solchen kurzen Dauer gepulst werden, dass dieselben Wärme erzeugen, ohne Tinte auszustoßen.

[0040] D_{MAX} wird nach jedem Band wie folgt aktualisiert:

$$D_{MAX} = D_{ACT} \cdot ((T_{MAX} - T_{START})/(T_{PEAK} - T_{START}))$$

[0041] Diese Gleichung wird wie folgt abgeleitet. Zuerst wird angenommen, dass es eine lineare Beziehung zwischen Druckkopfdichte D und Druckkopf-

temperatur T gibt. Somit

$$T = m \cdot D + T_{START} \quad (1)$$

[0042] Mit dieser Beziehung kann D_{MAX} berechnet werden bezüglich T_{MAX}, T_{START} und der Neigung m:

$$D_{MAX} = (T_{MAX} - T_{START})/m \quad (2)$$

[0043] Lösen für m,

$$m = (T_{MAX} - T_{START})/D_{MAX} \quad (3)$$

[0044] Einsetzen der Gleichung (3) in die Gleichung (1) ergibt

$$T = ((T_{MAX} - T_{START})/D_{MAX}) \cdot D + T_{START} \quad (4)$$

[0045] Lösen für D_{MAX},

$$D_{MAX} = D \cdot ((T_{MAX} - T_{START})/(T - T_{START})) \quad (5)$$

[0046] Somit, bei einer Temperatur T_{PEAK} die während eines Druckkopfbands auftritt, das eine Dichte D_{ACT} aufweist,

$$D_{MAX} = D_{ACT} \cdot ((T_{MAX} - T_{START})/(T_{PEAK} - T_{START})) \quad (6)$$

[0047] Tatsächliche Änderungen an D_{MAX} werden gefiltert, um Fluktuationen zu reduzieren, die durch Messanomalien erzeugt werden. Ein Verfahren zum Filtern ist das Begrenzen jedes neuen Werts von D_{MAX} bei oberen und unteren Grenzen. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wird solches Begrenzen nur durchgeführt, falls die Druckkopftemperatur T_{PEAK} außerhalb eines definierten Temperaturbereichs liegt, wobei der Bereich die Temperaturen umfasst, von denen bestimmt wurde, dass sie einer linearen Dichte/Temperaturbeziehung zugeordnet sind.

[0048] Ein weiteres Verfahren des Filterns ist das Dämpfen aller Änderungen bei dem berechneten D_{MAX}. Bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel wird dies durchgeführt durch Multiplizieren von Änderungen an D_{MAX} durch einen vorbestimmten Dämpfungsfaktor. Vorzugsweise werden Aufwärtsänderungen bei dem berechneten D_{MAX} gedämpft durch einen ersten Dämpfungsfaktor und Abwärtsänderungen werden durch einen zweiten anderen Dämpfungsfaktor gedämpft.

[0049] Fig. 4 stellt die Schritte dar, die beim Berechnen von D_{MAX} beteiligt sind. Die dargestellten Schritte werden wiederholt nach jedem Druckkopfband durchgeführt. D_{ACT} und T_{PEAK} werden während des vorangehenden Bands aufgezeichnet oder werden bei den Berechnungen von Fig. 4 verwendet.

[0050] Ein Schritt **60** umfaßt das Berechnen von D_{MAX} als eine Funktion von D_{ACT} und T_{PEAK} gemäß der obigen Gleichung (6) . Der nachfolgende Entscheidungsschritt **61** umfasst das Bestimmen, ob T_{PEAK} innerhalb eines Temperaturbereichs liegt, der eine lineare Beziehung zu der Druckkopfdichte zeigt. Dieser Schritt umfasst das Vergleichen von $T_{PEAK} - T_{START}$ mit einer vordefinierten Konstante, die das obere Temperaturlimit des linearen Druckkopfverhaltens darstellt . Falls $T_{PEAK} - T_{START}$ geringer oder gleich als die Konstante ist, schreitet die Ausführung zu Schritt **63** fort. Falls T_{PEAK} größer ist als die Konstante, wird ein Schritt **62** durchgeführt, des Begrenzens von D_{MAX} an vordefinierten oberen und unteren Grenzen. Als ein Beispiel können die obere und untere Grenze auf 95% bzw. 80 % eingestellt werden. Schritt **62** schneidet oder begrenzt D_{MAX} auf diese Werte. Jeder Wert von D_{MAX} unter der unteren Grenze wird gleich der unteren Grenze eingestellt. Jeder Wert von D_{MAX} über der oberen Grenze wird gleich der oberen Grenze eingestellt.

[0051] Schritt **63**, der nach den oben beschriebenen Abschneideschritten durchgeführt wird, umfasst Dämpfungsänderungen bei D_{MAX} von einem Druckkopfdurchlauf zu einem anderen. Um dies durchzuführen, wird die Änderung ΔD_{MAX} berechnet als $D_{MAX} - D_{MAXOLD}$, wobei D_{MAXOLD} der Wert von D_{MAX} ist, der während der vorgehenden Iteration der Schritte von Fig. 4 berechnet wurde. D_{MAX} wird dann wie folgt gedämpft: $D_{MAX} = D_{MAX} - \Delta D_{MAX}/F_{DAMP}$, wobei F_{DAMP} ein vorbestimmter Dämpfungsfaktor ist. Alternativ werden zwei unterschiedliche Dämpfungsfaktoren verwendet: einer, wenn ΔD_{MAX} positiv ist und ein anderer, wenn ΔD_{MAX} negativ ist. Ferner kann es in einigen Fällen vorteilhaft sein, den Dämpfungsschritt **63** nur durchzuführen, wenn der absolute Wert von ΔD_{MAX} größer ist als eine vorbestimmte Dichte. Dies ergibt einen Bereich von ΔD_{MAX}, bei dem Dämpfen nicht durchgeführt wird.

[0052] Schritt **64** umfasst das Speichern von D_{MAX} in einem nichtflüchtigen Speicher für Speicherung, wenn der Drucker ausgeschaltet wird. Dieser Wert von D_{MAX} wird bei Schritt **53** verwendet (Fig. 3), vor dem nächsten Druckkopfband.

[0053] Es ist anzumerken, dass die obigen Berechnungen auf der Annahme basieren, dass Druckkopfwärmeverhalten linear ist. Dies vereinfacht die Berechnungen und macht es möglich, Druckkopftemperaturen vorherzusagen, ohne wesentliche Mengen an nicht-flüchtigem Speicher zu erfordern. Andere Lösungsansätze können verwendet werden. Beispielsweise kann ein anderes mathematisches Modell (ein anderes als das lineare Modell) verwendet werden, um Druckkopfwärmeverhalten vorherzusagen. Alternativ kann eine Tabelle in dem Druckerspeicher beibehalten werden, die historische Spitzentemperaturen anzeigt, die unterschiedlichen Druckkopfdichten entsprechen. In diesem Fall wird die Tabelle

verwendet, um D_{MAX} zu bestimmen, anstatt des oben beschriebenen linearen Modells.

[0054] Das oben beschriebene Verfahren zum Reduzieren von Druckkopfdichte kann an verschiedene unterschiedliche Druckmethodologien angepasst werden. Beispielsweise verwenden viele Drucker Bandüberlappen zum Reduzieren von Bandbildung. Die oben erklärten Prinzipien können ohne weiteres in solche Drucker eingebaut werden.

[0055] Als ein Beispiel stellt Fig. 5 zwei aufeinanderfolgende Bänder in einem Zweidurchlaufdrucker dar, der überlappende Bänder verwendet. Der Block, der mit „Durchlauf 1" bezeichnet ist, stellt die vertikalen Grenzen eines ersten Bands dar. Der Block, der mit „Durchlauf 2" bezeichnet ist, stellt die vertikalen Grenzen eines zweiten nachfolgenden Bands dar. Der Block, der mit „Durchlauf 3" bezeichnet ist, stellt die vertikalen Grenzen eines dritten Bands dar, das nach Durchlauf 2 durchgeführt wird. Mit Bezugnahme auf das zweite Band ist anzumerken, dass dasselbe eine erste Bahn von Pixelzeilen **82** umfasst, die Pixelzeilen überlappen, die durch das erste Band gedruckt wurden. Außerdem umfasst das zweite Band eine zweite Bahn von Pixelzeilen **83**, die nachfolgend durch die erste Bahn des dritten Bands überlappt werden. Somit druckt jedes Band einen „überlappenden" Satz von Punktzeilen (Bahn **82**) über Punktzeilen, die durch ein vorhergehendes Band gedruckt wurden, und einen „neuen" Satz von Punktzeilen (Bahn **83**), die durch ein nachfolgendes Band überlappt werden sollen. Um eine gute Druckqualität beizubehalten, verwendet jedes Band einen Teilsatz von Düsen mit zumindest ausreichend Düsen zum Überlappen der neuen Punktzeilen, die durch das vorhergehende Band gedruckt wurden. Dies legt eine Grenze auf die Menge an Höhenreduktion auf, die während eines bestimmten Bands stattfinden kann – jedes Band muss hoch genug sein, um den „neuen" Abschnitt des vorhergehenden Bands vollständig zu überlappen.

[0056] Fig. 6 stellt ein Band reduzierter Höhe **90** und ein nachfolgendes Band **91** dar. Das Band **90** weist eine überlappende Bahn **90A** und eine neue Bahn **90B** auf. Es ist anzumerken, dass jede Höhenreduktion von der neuen Bahn genommen wird. Das folgende Band **91** hat auf ähnliche Weise eine überlappende Bahn **91A** und eine neue Bahn **91B**. Da das Band **91** einer Bahn reduzierter Höhe folgt, ist die überlappende Bahn **91A** des Bands **91** in der Höhe reduziert, um mit der neuen Bahn **90B** des Bands **90** übereinzustimmen. Die neue Bahn **91B** des Bands **91** kann reduziert werden, um die Druckdichte zu steuern. Für Zwei-Durchlauf-Drucken sollte die neue Bahn jedes Bands jedoch nicht mehr als die Hälfte der gesamten Pixelzeilen eines Bands voller Höhe umfassen. Angenommen, als ein Beispiel, dass ein Druckkopf 288 Zeilen von Düsen aufweist; sollte die neue Bahn jedes bestimmten Bands nicht höher als 144 (288/2) Pixelzeilen sein). Allgemeiner gesagt, für n-Band-Drucken sollte die neue Bahn nicht mehr als x/n Pixelzeilen sein, wobei x die Gesamtzahl von Pixelzeilen in einem Band voller Höhe ist.

[0057] Mehrere Druckköpfe können auch untergebracht werden. Wenn mehrere Druckköpfe verwendet werden, wird die oben beschriebene Analyse unabhängig für jeden Druckkopf durchgeführt. Die gleiche Anzahl von Düsen wird jedoch für alle Druckköpfe in einem bestimmten Band verwendet. Die Anzahl von Düsen, die für ein bestimmtes Band verwendet werden, wird durch den Druckkopf bestimmt, dessen Bandhöhe als Folge der oben beschriebenen Analyse am meisten reduziert ist.

[0058] Die Erfindung liefert eine effektive Möglichkeit zum Steuern der Druckdichte und der Druckkopftemperatur zum Verlängern der Druckkopflebensdauer und zum Verbessern der Druckqualität. Dies geschieht auf eine Weise, die keine Farbton- oder Punktausrichtungsprobleme bewirkt, und die den Druckdurchsatz nicht unnötig reduziert.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Steuern der Druckkopftemperatur in einem Tintenstrahldruckkopf (**12**) mit einer Mehrzahl von Düsen (**21**), das die folgenden Schritte umfasst:
Leiten des Druckkopfs (**12**) wiederholt über ein Druckmedium in einzelnen Bändern;
Abfeuern einzelner Düsen (**21**) wiederholt während jedem Druckkopfband, um ein Tintenmuster auf das Druckmedium aufzubringen;
Überwachen der tatsächlichen Bandpunktdichte und Spitzentemperatur des Druckkopfs während jedem Druckkopfband;
wiederholtes Berechnen einer maximal erlaubten Bandpunktdichte ansprechend auf den Überwachungsschritt als eine Funktion der tatsächlichen Bandpunktdichte und Spitzentemperatur, wobei die maximal erlaubte Bandpunktdichte zu einer Spitzendruckkopftemperatur führt, die eine maximal erlaubte Spitzendruckkopftemperatur nicht überschreitet;
Begrenzen der Bandpunktdichte auf nicht mehr als die maximal erlaubte Bandpunktdichte während einzelnen Druckkopfbändern;
dadurch gekennzeichnet, dass
der Begrenzungsschritt das Deaktivieren von Gruppen benachbarter Düsen (**21**) in dem Druckkopf umfasst, die einer Mehrzahl von Pixelzeilen entsprechen, was zu Bändern von weniger als maximaler Höhe führt.

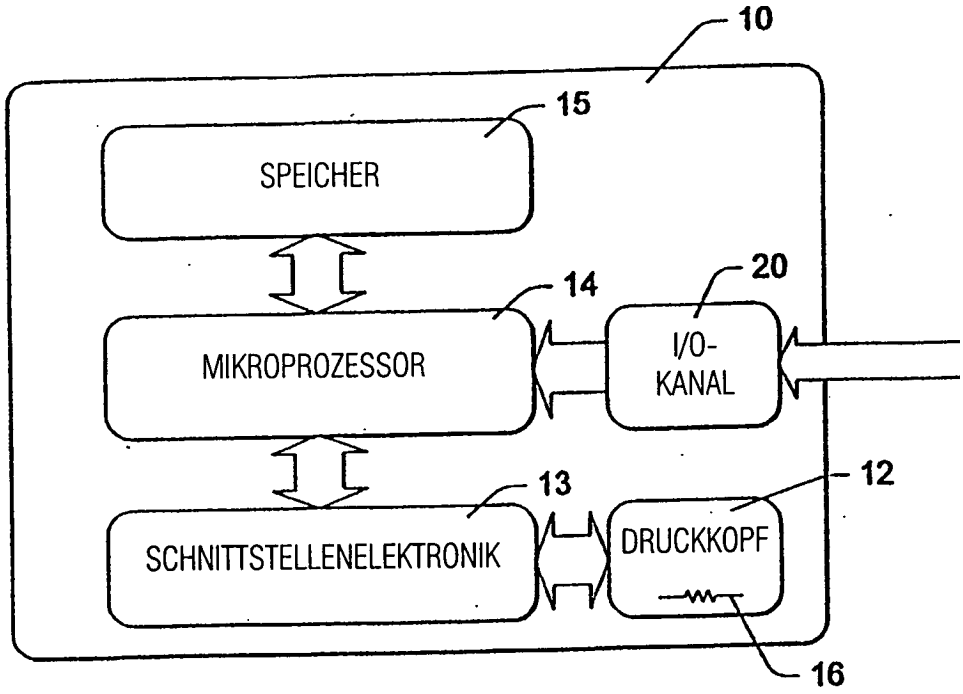
2. Ein Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die Anzahl von deaktivierten Düsen ein ganzzahliges Mehrfaches eines vorausgewählten Minimums ist.

3. Ein Verfahren gemäß Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem der Berechnungsschritt das Multiplizieren der tatsächlichen Bandpunktdichte eines bestimmten Druckkopfbands um einen Faktor umfasst, der zumindest teilweise auf der Spitzentemperatur des Druckkopfs (**12**) während dem bestimmten Druckkopfband und auf einer spezifizierten maximal erlaubten Temperatur des Druckkopfs (**12**) basiert.

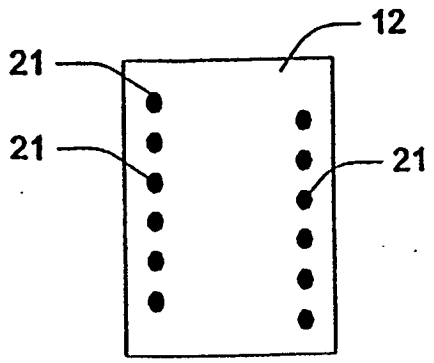
4. Ein Verfahren gemäß Anspruch 3, bei dem der Faktor gleich ist zu der Differenz zwischen der spezifizierten maximal erlaubten Temperatur und der Temperatur des Druckkopfs vor dem Druckkopfband dividiert durch die Differenz zwischen der Spitzentemperatur des Druckkopfs und der Temperatur des Druckkopfs vor dem Druckkopfband.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

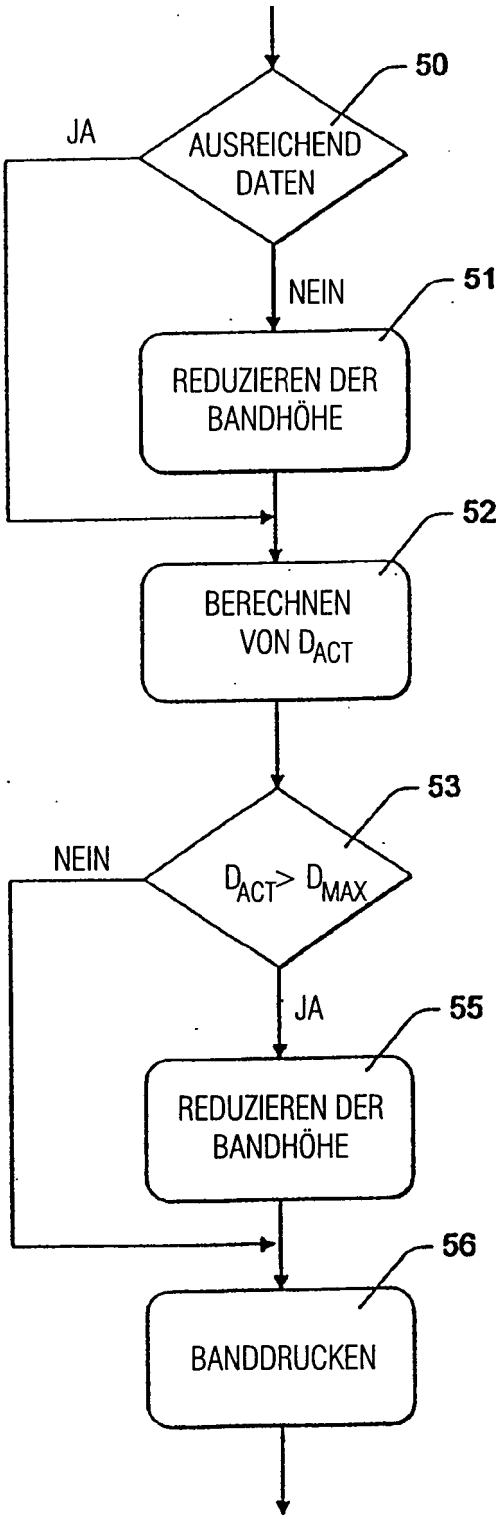
Anhängende Zeichnungen



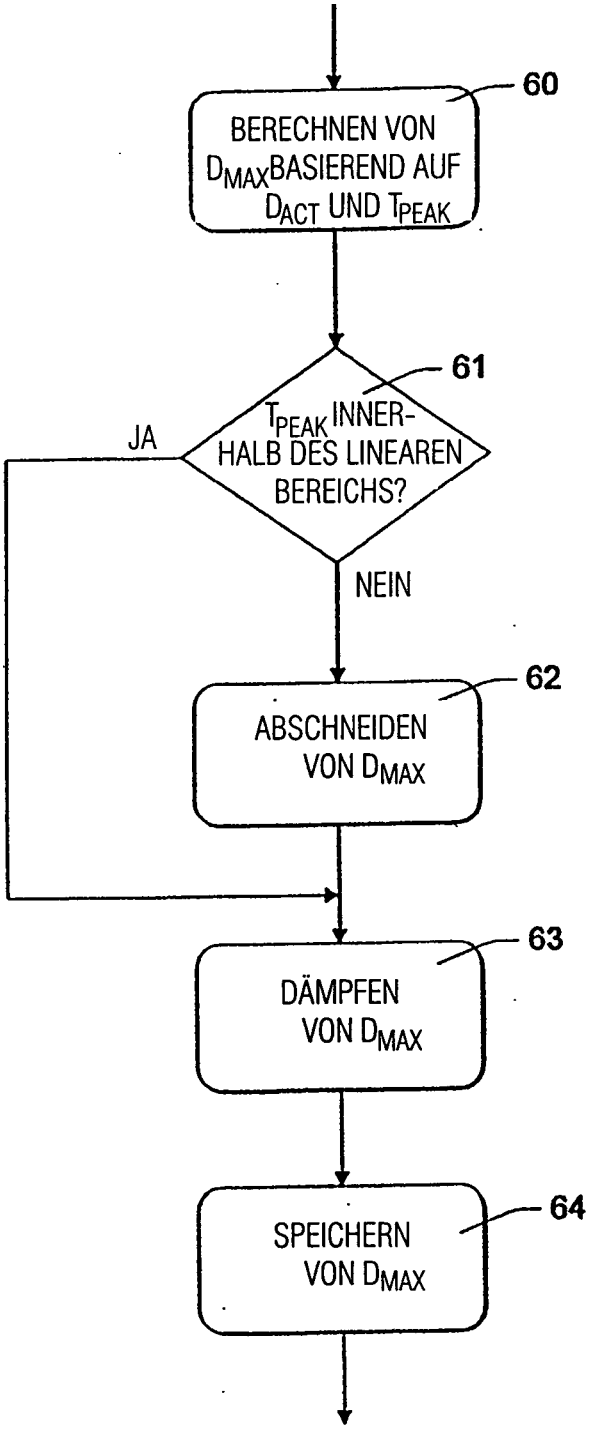
FIGUR 1



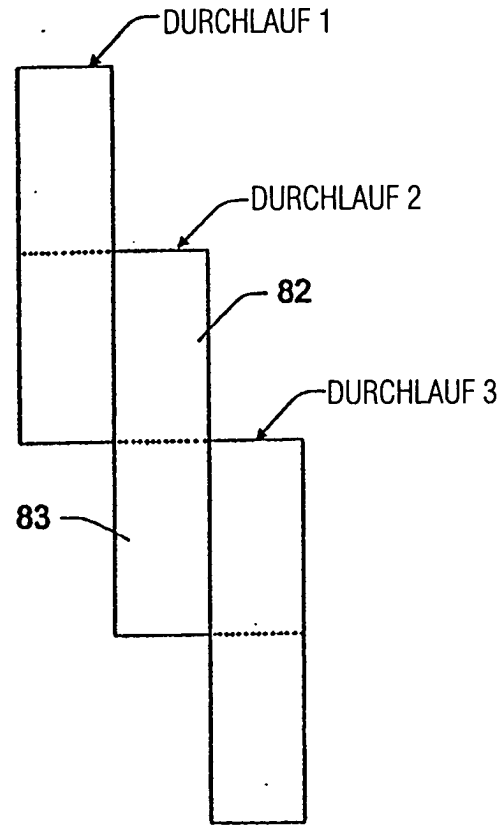
FIGUR 2


50
AUSREICHEND DATEN
JA
NEIN
51
REDUZIEREN DER BANDHÖHE
52
BERECHNEN VON D_{ACT}
53
$D_{ACT} > D_{MAX}$
NEIN
JA
55
REDUZIEREN DER BANDHÖHE
56
BANDDRUCKEN

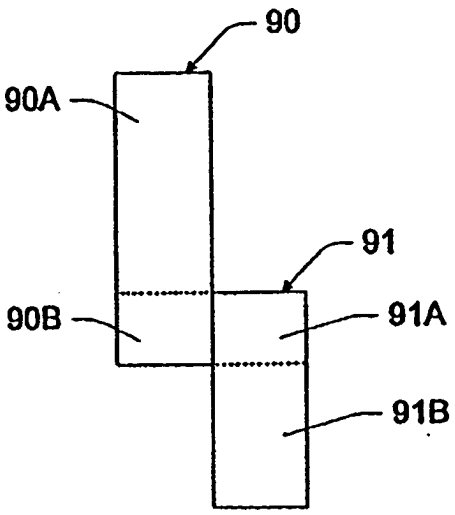
FIGUR 3


60
BERECHNEN VON D_{MAX} BASIEREND AUF D_{ACT} UND T_{PEAK}
61
T_{PEAK} INNERHALB DES LINEAREN BEREICHS?
JA
NEIN
62
ABSCHNEIDEN VON D_{MAX}
63
DÄMPFEN VON D_{MAX}
64
SPEICHERN VON D_{MAX}

FIGUR 4



FIGUR 5



FIGUR 6