



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 04 056 T2 2005.08.04**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 151 868 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/165**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 04 056.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 303 688.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **23.04.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **07.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **30.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.08.2005**

(30) Unionspriorität:

563008 29.04.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

**Hewlett-Packard Development Co., L.P., Houston,
Tex., US**

(72) Erfinder:

**Bauer, Stephen W., San Diego, US; Rutland,
Jeffrey D., San Diego, US; Webster, Grant A.,
Valley Center, US**

(74) Vertreter:

**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler & Zinkler, 82049
Pullach**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Anwendung hochenergetischer Tröpfchenausstöße um die Zuverlässigkeit des Tröpfchenausstoßes zu erhöhen**

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 auf Thermotintenstrahlendrucker und spezieller auf die Steuerung der Druckkopf-Abfeuerungsenergie.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Thermotintenstrahlpapierausdruckvorrichtungen, wie beispielsweise Drucker, Graphikplotter, Faxmaschinen und Kopiergeräte stoßen mittlerweile auf breite Akzeptanz. Diese Papierausdruckvorrichtungen werden von W.J. Lloyd und H.T. Taub in „Ink Jet Devices“, Kapitel 13 von Output Hardcopy Devices (Ed. R.C. Durbeck und S. Sherr, San Diego: Academic Press, 1988) beschrieben. Die Grundlagen dieser Technologie sind ferner in verschiedenen Artikeln in mehreren Ausgaben des Hewlett-Packard Journal [Vol. 36, Nr. 5, (Mai 1985), Vol. 39, Nr. 4 (August 1988), Vol. 39, Nr. 5 (Oktober 1988), Vol. 43, Nr. 4 (August 1992), Vol. 43, Nr. 6 (Dezember 1992) und Vol. 45, Nr. 1 (Februar 1994)] offenbart. Tintenstrahlpapierausdruckvorrichtungen erzeugen Drucke von hoher Qualität, sind kompakt und tragbar, drucken schnell und leise, da nur Tinte das Papier berührt.

[0003] Ein Tintenstrahlendrucker erzeugt ein gedrucktes Bild durch Drucken eines Musters einzelner Punkte an bestimmten Stellen eines für das Druckmedium definierten Arrays. Die Stellen stellt man sich zweckmäßigerweise als kleine Punkte in einem geradlinigen Array vor. Die Stellen sind manchmal „Punktstellen“, „Punktpositionen“ oder „Pixel“. Somit kann der Druckvorgang als das Auffüllen eines Musters von Punktstellen mit Tintenpunkten angesehen werden.

[0004] Tintenstrahlpapierausdruckvorrichtungen drucken Punkte durch Ausstoßen sehr kleiner Tintentropfen auf das Druckmedium und umfassen in der Regel einen beweglichen Wagen, der einen oder mehrere Druckköpfe trägt, die jeweils Tintenausstoßdüsen aufweisen. Der Wagen überquert die Oberfläche des Druckmediums, und die Düsen sind gesteuert, um zu passenden Zeitpunkten gemäß einem Befehl eines Mikrocomputers oder einer anderen Steuerungseinrichtung Tintentropfen auszustoßen, wobei die Zeitsteuerung der Aufbringung der Tintentropfen dem Muster von Pixeln des Bildes, das gerade gedruckt wird, entsprechen soll.

[0005] Der typische Tintenstrahl Druckkopf (d.h. das Siliziumsubstrat, auf dem Substrat aufgebaute Strukturen und Verbindungen mit dem Substrat) verwendet flüssige Tinte (d.h. aufgelöste Farbstoffe oder in einem Lösungsmittel dispergierte Pigmente). Er weist ein Array von präzise geformten Öffnungen oder Düsen auf, die an einem Druckkopfs substrat be-

festigt sind, das ein Array von Tintenausstoßkammern beinhaltet, die flüssige Tinte von dem Tintenreservoir empfangen. Jede Kammer ist gegenüber der Düse angeordnet, so dass sich Tinte zwischen ihr und der Düse sammeln kann. Der Ausstoß von Tintentropfen erfolgt in der Regel unter der Steuerung eines Mikroprozessors, dessen Signale durch elektrische Leitbahnen zu den Widerstandselementen befördert werden. Wenn elektrische Druckpulse den Tintenstrahlabschusskammerwiderstand erwärmen, verdampft ein kleiner Teil der neben demselben befindlichen Tinte und stößt einen Tropfen Tinte aus dem Druckkopf aus. Ordnungsgemäß angeordnete Düsen bilden ein Punktmatrixmuster. Ordnungsgemäßes Sequenzieren des Funktionierens jeder Düse bewirkt, dass Schriftzeichen oder Bilder auf das Papier gedruckt werden, während sich der Druckkopf an dem Papier vorbeibewegt.

[0006] Bei einem Tintenstrahl Druckkopf wird die Tinte von einem Tintenreservoir, das einstückig mit dem Druckkopf gebildet ist, oder einem außeraxialen Tintenreservoir zugeführt, das dem Druckkopf über Schläuche, die den Druckkopf und das Reservoir verbinden, Tinte zuführt. Dann wird Tinte den verschiedenen Verdampfungskammern entweder durch ein längliches Loch, das in der Mitte der Unterseite des Substrats gebildet ist, zugeführt, „mittige Zufuhr“, oder sie wird denselben um die Außenränder des Substrats herum zugeführt, „Randzufuhr“.

[0007] Die Tinten Kassette, die die Tintenausstoßelemente enthält, wird wiederholt über die gesamte Breite des Mediums, auf dem gedruckt werden soll, bewegt. An jedem einer bezeichneten Anzahl von Inkrementen dieser Bewegung über das Medium hinweg wird jeder der Widerstände veranlasst, gemäß der Programmausgabe des steuernden Mikroprozessors entweder Tinte auszustoßen oder es zu unterlassen, Tinte auszustoßen. Jede beendete Bewegung quer über das Medium kann ein Band drucken, das ungefähr so breit ist wie die Anzahl von Düsen, die in einer Säule der Tinten Kassette angeordnet sind, mal dem Abstand zwischen Düsenmitten. Nach einer jeden derartigen beendeten Bewegung oder nach einem derartigen Band wird das Medium um die Breite des Bandes vorwärtsbewegt, und die Tinten Kassette beginnt das nächste Band. Durch richtige Auswahl und Zeitsteuerung der Signale wird der gewünschte Druck auf dem Medium erhalten.

[0008] Thermotintenstrahl Druckköpfe erfordern einen elektrischen Antriebspuls von einem Drucker, um einen Tintentropfen auszustoßen. Die Spannungsamplitude, Gestalt und Breite des Pulses beeinflussen die Leistungsfähigkeit des Druckkopfes. Es ist wünschenswert, den Druckkopf unter Verwendung von Pulsen zu betreiben, die eine festgelegte Energiemenge liefern. Die gelieferte Energie hängt von den Pulscharakteristika (Breite, Amplitude, Gestalt)

sowie von dem Widerstand des Druckkopfes ab.

[0009] Ein Thermotintenstrahldruckkopf erfordert eine gewisse Minimalenergie, um Tintentropfen des ordnungsgemäßen Volumens abzufeuern (hier als Einschaltenergie bezeichnet). Die Einschaltenergie kann für unterschiedliche Druckkopftwürfe unterschiedlich sein und variiert auf Grund von Herstellungstoleranzen in der Tat zwischen verschiedenen Mustern eines gegebenen Druckkopftwurfs. Bei einem Druckkopf vom Typ eines integrierten Treibers besteht der Gesamtwiderstand aus dem Druckerwiderstand in Reihe mit einem Feldeffekttransistor und anderen Bahnwiderständen, von denen jeder eine zugeordnete Herstellungstoleranz aufweist. Diese Toleranzen erhöhen die Unsicherheit in Bezug darauf, wie viel Energie jeglichem gegebenen Druckkopf bereitgestellt wird. Deshalb ist es notwendig, dem durchschnittlichen Druckkopf mehr Energie bereitzustellen, als erforderlich ist, um ihn abzufeuern (als „Überenergie“ bezeichnet), um diese Unsicherheit zu berücksichtigen. Folglich sind Thermotintenstrahldrucker konfiguriert, um eine festgelegte Tintenabfeuerungsenergie zu liefern, die größer ist als die erwartete niedrigste Einschaltenergie für die Druckkopfkassetten, die sie versorgen kann. Eine Überlegung beim Verwenden einer feststehenden Tintenabfeuerungsenergie besteht darin, dass Abfeuerungsenergien, die wesentlich größer sind als die tatsächliche Einschaltenergie einer jeweiligen Druckkopfkassette, zu einer kürzeren Betriebslebensdauer für die Heizwiderstände und zu einer verschlechterten Druckqualität führen.

[0010] Die an einen Abfeuerungswiderstand angelegte Energie wirkt sich auf die Leistungsfähigkeit, Haltbarkeit und Effizienz aus. Es ist hinreichend bekannt, dass die Abfeuerungsenergie über einer bestimmten Abfeuerungsschwelle liegen muss, um zu bewirken, dass eine Dampfblase entsteht. Über dieser Abfeuerungsschwelle liegt ein Übergangsbereich, in dem ein Erhöhen der Abfeuerungsenergie das Volumen an ausgestoßener Tinte erhöht. Über diesem Übergangsbereich liegt ein höherer optimaler Bereich, bei dem die Tropfenvolumen nicht zunehmen, wenn die Abfeuerungsenergie erhöht wird. In diesem optimalen Bereich über der optimalen Abfeuerungsschwelle sind Tropfenvolumen auch bei moderaten Schwankungen der Abfeuerungsenergie stabil. Da Schwankungen des Tropfenvolumens Ungleichmäßigkeiten bei der gedruckten Ausgabe bewirken, findet das Drucken im Idealfall in diesem optimalen Bereich statt. Wenn Energiepegel in diesem optimalen Bereich zunehmen, wird die Gleichmäßigkeit nicht beeinträchtigt, jedoch wird auf Grund des übermäßigen Erhitzens und des Ansammelns von Tintenrückständen Energie verschwendet, und der Druckkopf altert vorzeitig.

[0011] Bei Druckköpfen mit einem neuen intelligenten

Antrieb, bei denen nicht jeder Abfeuerungswiderstand oder jedes Grundelement eine zweckgebundene Verbindung aufweist, können Schwankungen auf Grund anderer Faktoren vorliegen. Eine große Anzahl von Widerständen wird durch eine einzige Spannungsleitung mit Leistung versorgt, die Leistung über eine elektrische Kontaktanschlussfläche zwischen der Druckerelektronik und der entfernbaren Druckkassette empfängt. Folglich kann, während sich die Datenlast, die gedruckt wird, verändert, der durch die Leitung gezogene Strom und die Spannung, wie sie an dem Abfeuerungswiderstand gemessen wird, unerwünschtermaßen schwanken. Wenn beispielsweise viele oder alle Widerstände gleichzeitig abgefeuert werden, kann die Druckkassettenspannung durch parasitäre Effekte stark verringert werden, was eine niedrigere Abfeuerungsspannung ergibt als wenn lediglich ein oder wenige Widerstände abgefeuert werden.

[0012] Tintenstrahldruckkassetten können Tröpfchenausstoßprobleme aufweisen, die durch eine Bildung von Blasen in der Abfeuerungskammer verursacht werden und die einen fehlgeleiteten Ausstoß oder überhaupt keinen Ausstoß bewirken können. Sie treten auf, wenn eine bestimmte Düse über einen gewissen Zeitraum hinweg inaktiv war. Wenn eine Seite gedruckt wird, werden nicht unbedingt alle Düsen auf einer Druckkassette genutzt. Während dieser Zeit der Inaktivität weisen diese Düsen oft hohe Temperaturen auf. Insbesondere bei Systemen mit pigmentierter Tinte treten Zuverlässigkeitsprobleme auf Grund von Blasen in der Abfeuerungskammer auf. Diese Blasen können Tröpfchenbahnfehler bewirken oder können bewirken, dass eine Düse völlig ausfällt. Blasen bilden sich während einer Druckpause für eine bestimmte Düse. Die Empfindlichkeit eines jeweiligen Tintenstrahlsystems in Bezug auf Blasen hängt stark von der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse und der Abfeuerungskammer sowie der Temperatur ab.

[0013] Deshalb wird ein Verfahren zum Verhindern oder Beseitigen von Zuverlässigkeitsproblemen benötigt, die durch eine Bildung von Blasen in der Abfeuerungskammer, die auf Grund einer Düseninaktivität entstehen, verursacht werden.

[0014] In der US 4,266,232 ist ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahldruckkopfanordnung beschrieben, bei dem die Tintenausstoßelemente durch elektrische Pulse einer höheren Energie als einer normalen Energie mit Energie versorgt werden, um Tropfen zu erzeugen, wenn der Tropfen auf einen fehlenden Tropfen folgt. Dies gewährleistet, dass ein Tropfen der gewünschten Größe gebildet wird, der eine ausreichende Geschwindigkeit aufweist, um die zusätzliche aerodynamische Zug- und Meniskusdynamik zu kompensieren.

[0015] In der US 5,896,142 ist ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahl-druckkopfanordnung beschrieben, bei dem die Tintenausstoßelemente nach einer vorbestimmten Periode, während der keines der Tintenausstoßelemente mit Energie versorgt wird, durch elektrische Pulse einer höheren Energie als einer normalen Energie mit Energie versorgt werden, um Tropfen zu erzeugen. Dies gewährleistet eine gleichmäßige Tropfengröße.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0016] Gemäß der Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahl-druckkopfanordnung gemäß Anspruch 1 vorgesehen.

[0017] Gemäß der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahl-druckkopfanordnung gemäß Anspruch 6 vorgesehen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] Die vorliegende Erfindung wird ferner durch Bezugnahme auf die folgende Beschreibung und die beiliegenden Zeichnungen, die das bevorzugte Ausführungsbeispiel veranschaulichen, näher verständlich. Andere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der folgenden ausführlichen Beschreibung des bevorzugten Ausführungsbeispiels, die in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen zu sehen ist, die die Prinzipien der Erfindung beispielhaft veranschaulichen.

[0019] [Fig. 1A](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems, das die vorliegende Erfindung beinhaltet.

[0020] [Fig. 1B](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems, das ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beinhaltet.

[0021] [Fig. 2](#) ist ein exemplarischer Drucker, der die Erfindung beinhaltet und lediglich zu Veranschaulichungszwecken gezeigt ist.

[0022] [Fig. 3](#) zeigt lediglich zu Veranschaulichungszwecken eine perspektivische Ansicht einer exemplarischen Druckkassette, die die vorliegende Erfindung beinhaltet.

[0023] [Fig. 4](#) ist eine detaillierte Ansicht des Treiberkopfes einer integrierten Verarbeitung der [Fig. 3](#), die das Layout des Verteilungsprozessors und des Widerstands und des Grundelements des Treiberkopfes der Druckkopfanordnung zeigt.

[0024] [Fig. 5](#) zeigt die Auswirkungen von durch Blasen bewirkten Düsenausfällen, wenn die Energie erhöht wird.

[0025] [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

[0026] [Fig. 7](#) ist ein Flussdiagramm, das ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG EINES BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELS

[0027] In der folgenden Beschreibung der Erfindung wird auf die beigelegten Zeichnungen Bezug genommen, die einen Bestandteil derselben bilden und in denen veranschaulichungshalber ein spezifisches Beispiel gezeigt ist, bei dem die Erfindung praktiziert werden kann. Es versteht sich, dass andere Ausführungsbeispiele verwendet und strukturelle Änderungen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung abzuweichen.

[0028] [Fig. 1A](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems, das die vorliegende Erfindung beinhaltet. Das Drucksystem **100** kann zum Drucken eines Materials, z.B. Tinte, auf ein Druckmedium, das Papier sein kann, verwendet werden. Das Drucksystem **100** ist mit einem Hostsystem **106**, das ein Computer oder Mikroprozessor zum Erzeugen von Druckdaten sein kann, elektrisch gekoppelt. Das Drucksystem **100** umfasst eine Steuerung **110**, die mit einer Tintenvorratsvorrichtung **112** gekoppelt ist, eine Leistungsversorgung **114** und eine Druckkopfanordnung **116**. Die Tintenvorratsvorrichtung **112** umfasst eine Tintenvorratsspeichervorrichtung **118** und ist mit der Druckkopfanordnung **116** fluidisch gekoppelt, um der Druckkopfanordnung **116** selektiv Tinte bereitzustellen. Die Druckkopfanordnung **116** umfasst einen Verarbeitungstreiberkopf **120** und eine Druckkopfspeichervorrichtung **122**. Der Verarbeitungstreiberkopf **120** ist aus einem Datenprozessor **124**, z.B. einem Verteilungsprozessor, und einem Treiberkopf **126**, beispielsweise einem Array von Tintenstrahl-tintenausstoßelementen oder Tropfengeneratoren **416**, gebildet.

[0029] Während des Betriebs des Drucksystems **100** liefert die Leistungsversorgung **114** der Steuerung **110** und dem Verarbeitungstreiberkopf **120** eine gesteuerte Spannung. Ferner empfängt die Steuerung **110** die Druckdaten von dem Hostsystem und verarbeitet die Daten zu Druckersteuerinformationen und Bilddaten. Die verarbeiteten Daten, Bilddaten und andere statische und dynamisch erzeugte Daten (nachfolgend ausführlich erläutert) werden zum effizienten Steuern des Drucksystems mit der Tintenvorratsvorrichtung **112** und der Druckkopfanordnung **116** ausgetauscht.

[0030] Die Tintenvorratsspeichervorrichtung **118**

kann diverse tintenvorratsspezifische Daten speichern, einschließlich Tintenidentifizierungsdaten, Tintencharakterisierungsdaten, Tintenverwendungsdaten und dergleichen. Die Tintenvorratsdaten können zur Zeit der Herstellung der Tintenvorratsvorrichtung **112** oder während des Betriebs des Drucksystems **100** in die Tintenvorratsspeichervorrichtung **118** geschrieben und in derselben gespeichert werden. Desgleichen kann die Druckkopfspeichervorrichtung **122** diverse druckkopfspezifische Daten speichern, einschließlich Druckkopfidentifizierungsdaten, Garantiedaten, Druckkopfcharakterisierungsdaten, Druckkopfverwendungsdaten usw. Diese Daten können zur Zeit der Herstellung der Druckkopfanordnung **116** oder während des Betriebs des Drucksystems **100** in die Druckkopfspeichervorrichtung **122** geschrieben und in derselben gespeichert werden.

[0031] Obwohl der Datenprozessor **124** mit den Speichervorrichtungen **118**, **122** kommunizieren kann, kommuniziert der Datenprozessor **124** vorzugsweise vorwiegend auf bidirektionale Weise mit der Steuerung **110**. Die bidirektionale Kommunikation befähigt den Datenprozessor **124**, seine eigenen Abfeuerungs- und Zeitgebungsoperationen auf der Basis von erfassten und gegebenen Betriebsinformationen zum Regeln der Temperatur des Verarbeitungstreiberkopfes **120** und der an denselben gelieferten Energie dynamisch zu formulieren und durchzuführen. Diese formulierten Entscheidungen beruhen vorzugsweise u.a. auf erfassten Druckkopftemperaturen, einer erfassten Menge an bereitgestellter Leistung, Echtzeittests und vorprogrammierten, bekannten optimalen Betriebsbandbreiten, z.B. Temperatur- und Energiebandbreiten. Folglich ermöglicht der Datenprozessor **124** einen effizienten Betrieb des Verarbeitungstreiberkopfes **120** und erzeugt Tintentröpfchen, die auf ein Druckmedium gedruckt werden, um ein gewünschtes Muster bilden, um verbesserte gedruckte Ausgaben zu erzeugen.

[0032] [Fig. 1B](#) zeigt ein Blockdiagramm eines Gesamtdrucksystems **100**, das das bevorzugte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verkörpert. Der Datenprozessor **124** der vorliegenden Erfindung umfasst ferner eine Abfeuerungssteuerung **130**, eine Energiesteuervorrichtung **132**, eine Digitalfunktionsvorrichtung **134** und eine Thermosteuervorrichtung **136**. Der Treiberkopf **126** umfasst ferner eine Erwärmungsvorrichtung **138** und Sensoren **140**. Obwohl die Abfeuerungssteuerung **130**, die Energiesteuervorrichtung **132**, die Digitalfunktionsvorrichtung **134**, die Thermosteuervorrichtung **136**, die Erwärmungsvorrichtung **138** und die Sensoren **140** Unterkomponenten anderer Komponenten, beispielsweise der Steuerung **110**, sein könnten, sind sie bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel jeweilige Unterkomponenten des Datenprozessors **124** und des Treiberkopfes **126**, wie in [Fig. 1B](#) gezeigt ist.

[0033] Die Abfeuerungssteuerung **130** kommuniziert mit der Steuerung **110** und dem Treiberkopf **126** (bei einem anderen Ausführungsbeispiel kommuniziert sie ferner mit der Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung **122**), um das Abfeuern von Tintenausstoßelementen **416** zugeordneter Düsen **142** des Düsenbauglieds **144** zu regeln. Die Abfeuerungssteuerung **130** umfasst eine Abfeuerungssequenzuntersteuerung **150** zum selektiven Steuern der Sequenz von Abfeuerungsimpulsen, eine Abfeuerungsverzögerungsuntersteuerung **152** zum Verringern der elektromagnetischen Störung in dem Verarbeitungstreiberkopf **120** sowie eine Teilverzögerungsuntersteuerung **154** zum Kompensieren von Bewegungsachse-Richtwirkungsfehlern des Treiberkopfes **126**.

[0034] Die Energiesteuervorrichtung **132** kommuniziert mit der Steuerung **110** und den Sensoren **140** des Treiberkopfes **126**, um die dem Treiberkopf **126** gelieferte Energie zu regeln. Desgleichen kommuniziert die Thermosteuervorrichtung **136** mit der Steuerung **110** und den Sensoren **140** sowie der Erwärmungsvorrichtung **138** des Treiberkopfes **126**, um die thermischen Charakteristika des Treiberkopfes **126** zu regeln. Die Thermosteuervorrichtung **136** bewerkstelligt dies, indem sie die Erwärmungsvorrichtung **138** aktiviert, wenn die Sensoren **140** anzeigen, dass sich der Treiberkopf **126** unter einer Schwellentemperatur befindet. Bei einem anderen Ausführungsbeispiel kommunizieren die Energie- und Thermosteuervorrichtungen **132**, **136** ferner mit der Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung **122**. Die Digitalfunktionsvorrichtung **134** verwaltet interne Registeroperationen und Verarbeitungsaufgaben des Datenprozessors **124**.

[0035] [Fig. 2](#) ist ein exemplarischer Hochgeschwindigkeitsdrucker, der die Erfindung beinhaltet und lediglich zu Veranschaulichungszwecken gezeigt ist. Allgemein kann der Drucker **200** das Drucksystem **100** der [Fig. 1A](#) beinhalten und ferner ein Fach **222** zum Halten von Druckmedien umfassen. Wenn ein Druckvorgang eingeleitet wird, wird ein Druckmedium, z.B. Papier, vorzugsweise unter Verwendung einer Blattzufuhrvorrichtung **226** von dem Fach **222** dem Drucker **200** zugeführt. Das Blatt wird dann in einer U-Richtung herumgedreht und bewegt sich in eine entgegengesetzte Richtung auf das Ausgabe-fach **228** zu. Es können auch andere Papierwege, z.B. ein gerader Papierweg, verwendet werden. Das Blatt wird in einer Druckzone **230** angehalten, und ein Bewegungswagen **234**, der eine oder mehr Druckkopfanordnungen **236** (ein Beispiel einer Druckkopfanordnung **116** der [Fig. 1](#)) trägt, wird anschließend über das Blatt bewegt, um ein Band Tinte auf dasselbe zu drucken. Nach einem einzigen Durchlauf oder mehreren Durchläufen wird das Blatt anschließend beispielsweise unter Verwendung eines Schrittmotors und Zufuhrrollen inkremental zu einer nächsten Position in der Druckzone **230** verschoben. Der

Wagen **234** bewegt sich wieder über das Blatt, um ein nächstes Band Tinte zu drucken. Der Vorgang wiederholt sich, bis das gesamte Blatt bedruckt ist, wobei es zu diesem Zeitpunkt dann in das Ausgabefach **228** ausgestoßen wird.

[0036] In [Fig. 2](#) ist ferner ein Auswurfbecken **250** gezeigt, in das Druckkassetten **236** nicht-druckende Tintentropfen während Druckvorgängen und während einer routinemäßigen Wartung der Druckkassetten **236** ausstoßen, d.h. „auswerfen“ bzw. „ausspucken“. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt ist, befindet sich das Auswurfbecken **250** auf der rechten Seite direkt außerhalb der Druckzone des Druckers **200**. Wenn während eines Druckvorgangs ein Auswerfen erforderlich ist, bewegt der Wagen **234** die Druckkassetten **236** über die Druckzone hinaus, so dass die Druckkassetten **236** über das Auswurfbecken **250** auswerfen können. Während das Auswurfbecken **250** in [Fig. 2](#) lediglich auf der rechten Seite der Druckzone gezeigt ist, kann ein Auswurfbecken auf beiden Seiten der Druckzone platziert sein, so dass die Druckkassetten **236** auf beide Seiten der Druckzone auswerfen können, wenn der Wagen **234** die Kassetten **236** auf beiden Seiten über die Druckzone hinaus bewegt. Ebenfalls gezeigt ist die Abdeckstation **252**, bei der die Druckkassetten **236** einzeln durch Abdeckungen **254** abgedeckt werden, wenn sie nicht drucken.

[0037] Die vorliegende Erfindung ist gleichermaßen auf (nicht gezeigte) alternative Drucksysteme anwendbar, die alternative Medien- und/oder Druckkopfbewegungsmechanismen verwenden, beispielsweise diejenigen, die eine Splittad-, Rollenzufuhr- oder Trommeltechnologie beinhalten, um das Druckmedium relativ zu den Druckkopfanordnungen **236** zu tragen und zu bewegen. Bei einem Splittadentwurf bewegen ein Splittad und eine Andruckrolle das Medium entlang einer Achse hin und her, während sich ein Wagen, der eine oder mehr Druckkopfanordnungen trägt, entlang einer orthogonalen Achse an dem Medium vorbeibewegt. Bei einem Trommeldruckerentwurf ist das Medium an einer Drehtrommel angebracht, die sich entlang einer Achse dreht, während sich ein Wagen, der eine oder mehr Druckkopfanordnungen trägt, entlang einer orthogonalen Achse an dem Medium vorbeibewegt. Sowohl bei dem Trommel- als auch bei dem Splittadentwurf erfolgt das Bewegen normalerweise nicht auf eine hin und her verlaufende Weise, wie das bei dem in [Fig. 2](#) gezeigten System der Fall ist.

[0038] Die Druckanordnungen **236** können entferntbar oder dauerhaft an dem Bewegungswagen **234** angebracht sein. Ferner können die Druckkopfanordnungen **236** in sich abgeschlossene Tintenreservoir aufweisen (beispielsweise kann das Reservoir in dem Druckkopfkörper **304** der [Fig. 3](#) angeordnet sein). Alternativ dazu kann jede Druckkassette **236** über eine flexible Leitung **240** mit einem einer Mehr-

zahl von feststehenden oder entfernbaren Tintenbehältern **234**, die als der Tintenvorrat **112** der [Fig. 1A](#) fungieren, fluidisch gekoppelt sein. Als weitere Alternative können die Tintenvorräte **112** ein oder mehr Tintenbehälter sein, die von den Druckkopfanordnungen **116** getrennt oder trennbar sind und auf entfernbare Weise an dem Wagen **234** anbringbar sind.

[0039] Lediglich zu Veranschaulichungszwecken zeigt [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht einer exemplarischen Druckkopfanordnung **300** (ein Beispiel der Druckkopfanordnung **116** der [Fig. 1](#)), die die vorliegende Erfindung beinhaltet. Eine ausführliche Beschreibung der vorliegenden Erfindung folgt nun unter Bezugnahme auf eine typische Druckkopfanordnung, die bei einem typischen Drucker, z.B. dem Drucker **200** der [Fig. 2](#), verwendet wird. Jedoch kann die vorliegende Erfindung bei einer beliebigen Druckkopf- und Druckerkonfiguration verkörpert sein. Unter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 2](#) zusammen mit [Fig. 3](#) besteht die Druckkopfanordnung **300** aus einer Thermotintenstrahlkopfanordnung **302**, einem Druckkopfkörper **304** und einer Druckkopfspeichervorrichtung **306**, die ein Beispiel der Speichervorrichtung **122** ist und nachstehend in [Fig. 5](#) ausführlich erläutert wird. Die Thermokopfanordnung **302** kann ein flexibles Material sein, das üblicherweise als TAB-Anordnung (TAB = Tape Automated Bonding, automatische Folienbondtechnologie) bezeichnet wird, und kann einen Verarbeitungstreiberkopf **310** (ein Beispiel des Verarbeitungstreiberkopfes **120** der [Fig. 1](#)) und Verbindungskontaktanschlussflächen **312** enthalten. Die Verbindungskontaktanschlussflächen **312** sind geeignetermaßen an der Druckkassette **300** befestigt, beispielsweise anhand eines haftenden Materials. Die Kontaktanschlussflächen **312** sind mit (nicht gezeigten) Elektroden an dem Wagen **234** der [Fig. 2](#) ausgerichtet und stehen in elektrischem Kontakt mit denselben.

[0040] Der Verarbeitungstreiberkopf **310** weist einen Verteilungsprozessor **314** (ein Beispiel des Datenprozessors **124** der [Fig. 1](#)) auf, der vorzugsweise einstückig mit einem Düsenbauglied **316** (ein Beispiel des Treiberkopfes **126** der [Fig. 1](#)) gebildet ist. Das Düsenbauglied **316** enthält vorzugsweise mehrere Öffnungen oder Düsen **318**, die beispielsweise durch eine Laserablation hergestellt werden können, um eine Erzeugung von Tintentropfen auf einem Druckmedium zu bewirken.

[0041] Der Verteilungsprozessor **314** umfasst vorzugsweise eine digitale Schaltungsanordnung und kommuniziert über elektrische Signale mit der Steuerung **110**, dem Düsenbauglied **316** und diversen analogen Vorrichtungen, beispielsweise Temperatursensoren, die an dem Düsenbauglied **316** angeordnet sein können. Der Verteilungsprozessor **314** kommuniziert über eine bidirektionale Datenleitung auf bidirektionale Weise mit der Steuerung. Die Steuerung

sendet Befehle an den Verteilungsprozessor und empfängt und verarbeitet Signale von dem Verteilungsprozessor.

[0042] Der Verteilungsprozessor **314** trifft auf Grundlage seiner Eingangssignale Entscheidungen und führt auf dieser Grundlage Aktionen aus. Beispielsweise können durch den Verteilungsprozessor ein Steuern von Abfeuerungs-, Zeitgebungs-, thermischen und Energieaspekten erfolgen sowie Entscheidungen bezüglich der Pulsbreite der Zeitgebung der Druckkopfanordnung **300** und des Düsenbauglieds **316** getroffen werden. Diese Entscheidungen können alternativ durch die Steuerung **110** des Drucksystems getroffen werden. Der Verteilungsprozessor **314** empfängt ferner Sensorsignale von Sensoren **140**, die sich an dem Treiberkopf **310** befinden. Die Sensoren **140** können auch über eine Direktverbindung oder durch die Speichervorrichtung des Druckers mit der Steuerung **110** verbunden sein, um die Steuerung ständig zu aktualisieren.

[0043] [Fig. 4](#) ist eine detaillierte Ansicht eines beispielhaften integrierten Verarbeitungstreiberkopfes der [Fig. 3](#), die den Verteilungsprozessor und den Treiberkopf der Druckkopfanordnung zeigt. Die Elemente der [Fig. 4](#) sind nicht maßstabsgetreu und der Vereinfachung halber übertrieben. Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#)-[Fig. 3](#) zusammen mit [Fig. 4](#) sind, wie oben erörtert, (nicht gezeigte) Leiter auf der Rückseite der TAB-Kopfanordnung **302** gebildet und enden in Kontaktanschlussflächen **312** zum Kontaktieren von Elektroden auf dem Wagen **234**. Die Elektroden auf dem Wagen **234** sind mit der Steuerung **110** und der Leistungsversorgung **114** gekoppelt, um eine Kommunikation mit der Thermokopfanordnung **302** zu liefern. Die anderen Enden der Leiter sind über Anschlüsse oder Elektroden auf dem Substrat **410** mit dem Verarbeitungstreiberkopf **310** verbunden. Das Substrat **410** weist Tintenausstoßelemente **416** auf, die auf demselben gebildet und mit den Leitern elektrisch gekoppelt sind. Die Steuerung **110** und der Verteilungsprozessor **314** versorgen die Tintenausstoßelemente **416** mit elektrischen Betriebssignalen.

[0044] Eine (nicht gezeigte) Barrierenschicht ist auf der Oberfläche des Substrats **410** gebildet, um Tintenausstoßkammern zu definieren, vorzugsweise unter Verwendung von photolithographischen Techniken, und kann eine Schicht eines Photoresists oder eines anderen Polymers sein. Die (nicht gezeigte) Tintenausstoßkammer enthält ein Tintenausstoßelement **416** und befindet sich vorzugsweise hinter einer einzelnen Düse **318** des Düsenbauglieds **316**. Ein Abschnitt der Barriereschicht isoliert die Leiterbahnen gegen das darunter liegende Substrat **410**.

[0045] Jedes Tintenausstoßelement **416** stößt Tinte aus, wenn es durch einen oder mehr Pulse, die sequentiell oder gleichzeitig an eine oder mehr der Kon-

taktanschlussflächen **312** angelegt werden, selektiv mit Energie versorgt wird. Die Tintenausstoßelemente **416** können Heizwiderstände oder piezoelektrische Elemente sein. Jedes Tintenausstoßelement **416** ist einer spezifischen Gruppe von Tintenausstoßelementen **416** zugeordnet, hiernach als Grundelement **420** bezeichnet. Der Verarbeitungstreiberkopf **310** kann zu einer beliebigen Anzahl mehrerer Unterabschnitte angeordnet sein, wobei jeder Unterabschnitt eine bestimmte Anzahl von Grundelementen aufweist, die eine bestimmte Anzahl von Tintenausstoßelementen **416** enthalten. Die Düsen **318** können eine beliebige Größe, Anzahl und Struktur aufweisen, und die verschiedenen Figuren sind entworfen, um die Merkmale der Erfindung auf einfache und deutliche Weise zu zeigen. Die relativen Abmessungen der verschiedenen Merkmale wurden der Übersichtlichkeit halber stark angepasst.

[0046] Im Fall der [Fig. 4](#) weist der Verarbeitungstreiberkopf **310** 192 Düsen mit 192 zugeordneten abfeuernden Tintenausstoßelementen **416** auf. Es liegen vorzugsweise 24 Grundelemente in zwei Spalten von jeweils 12 Grundelementen vor. Die Grundelemente in jeder Spalte weisen jeweils acht Widerstände auf, so dass insgesamt 192 Widerstände vorliegen. Die Tintenausstoßelemente **416** auf einer Seite weisen alle ungerade Zahlen auf, wobei sie bei dem ersten Widerstand (R1) beginnen und zu dem dritten Widerstand (R3), dem fünften Widerstand (R5) usw. fortschreiten. Die Tintenausstoßelemente **416** auf der anderen Seite weisen alle gerade Zahlen auf, wobei sie bei dem zweiten Widerstand (R2) beginnen und zu dem vierten Widerstand (R4), dem sechsten Widerstand (R6) usw. fortschreiten.

[0047] Um eine Druckkopfanordnung bereitzustellen, bei der die Tintenausstoßelemente **416** einzeln adressierbar sind, bei der jedoch eine begrenzte Anzahl von Leitungen zwischen dem Drucker **200** und der Druckkassette **236** vorliegt, werden die Verbindungen zu den Tintenausstoßelementen **416** in einem integrierten Treiberdruckkopf multiplexiert. Die Drucktreiberschaltungsanordnung umfasst ein Array von Grundelementleitungen, Grundelement-Gemeinsam-Leitungen und Adressauswahlleitungen, um die Tintenausstoßelemente **416** zu steuern. Ein Spezifizieren einer Adressleitung und einer Grundelementleitung identifiziert ein bestimmtes Tintenausstoßelement **416** auf eindeutige Weise. Die Anzahl von Tintenausstoßelementen **416**, die innerhalb eines Grundelements vorliegen, ist gleich der Anzahl von Adressleitungen. Jegliche Kombination von Adressleitungen und Grundelementauswahlleitungen könnte verwendet werden, es ist jedoch sinnvoll, die Anzahl von Adressleitungen zu minimieren, um die Zeit, die benötigt wird, um einen Zyklus durch die Adressleitungen abzuschließen, zu minimieren.

[0048] Jedes Tintenausstoßelement **416** wird durch

seinen eigenen Treibertransistor gesteuert, der seine Steuereingangsadressauswahl mit der Anzahl von Ausstoßelementen **416** in einem Grundelement teilt. Jedes Tintenausstoßelement **416** ist durch eine gemeinsame Knoten-Grundelement-Auswahl mit anderen Tintenausstoßelementen **416** verbunden. Folglich erfordert ein Abfeuern eines bestimmten Tintenausstoßelements **416** ein Anlegen einer Steuerspannung an seinen Adressauswahlanschluss, und einer elektrischen Leistungsquelle an seinen Grundelementauswahlanschluss. Ansprechend auf Druckbefehle von dem Drucker wird jedes Grundelement selektiv mit Energie versorgt, indem die zugeordnete Grundelementauswahlverbindung mit Leistung versorgt wird. Um pro Heizvorrichtungstintenausstoßelement **416** eine gleichmäßige Energie bereitzustellen, wird pro Grundelement zu jeglichem Zeitpunkt immer nur ein Tintenausstoßelement mit Energie versorgt. Jedoch können beliebig viele der Grundelementauswahlen gleichzeitig aktiviert werden. Jede aktivierte Grundelementauswahl liefert dem Treibertransistor somit sowohl Leistung als auch eines der Freigabesignale. Das andere Freigabesignal ist ein Adresssignal, das durch jede Adressauswahlleitung bereitgestellt wird, von denen zu jeglichem Zeitpunkt immer nur eine aktiv ist. Jede Adressauswahlleitung ist mit allen Schalttransistoren verbunden, so dass alle derartigen Schaltvorrichtungen leitfähig sind, wenn die Verbindung freigegeben ist. Dort, wo sowohl eine Grundelementauswahlverbindung als auch eine Adressauswahlleitung für ein Tintenausstoßelement **416** gleichzeitig aktiv sind, wird dieses bestimmte Heizvorrichtungstintenausstoßelement **416** mit Energie versorgt. Zu einem Zeitpunkt wird immer nur jeweils eine Adressauswahlleitung freigegeben. Dies gewährleistet, dass die Grundelementauswahl- und Gruppenrückführungsleitungen zu jeglichem Zeitpunkt höchstens immer nur einem Tintenausstoßelement **416** Strom liefern. Andernfalls wäre die an ein Heizvorrichtungstintenausstoßelement **416** gelieferte Energie eine Funktion der Anzahl von Tintenausstoßelementen **416**, die zur selben Zeit mit Energie versorgt werden.

[0049] Zusätzliche Einzelheiten bezüglich der Architektur und Steuerung von Tintenstrahl Druckköpfen sind in der am 19. Februar 1999 eingereichten US-Patentanmeldung 09/253,417 mit dem Titel „A System and Method for Controlling Thermal Characteristics of an Inkjet Printhead“; in der am 30. Januar 1998 eingereichten US-Patentanmeldung Seriennummer 09/016,478 mit dem Titel „Hybrid Multi-Drop/Multi-Pass Printing System“ und in der am 31. Oktober 1997 eingereichten US-Patentanmeldung Seriennummer 08/962,031 mit dem Titel „Ink Delivery System for High Speed Printing“ beschrieben.

[0050] Der Verarbeitungstreiberkopf **120** besteht aus einem Datenprozessor **124**, z.B. einem Verteilungsprozessor **314**, und einem Treiberkopf **126**, z.B.

einem Array von Tintenstrahl-Tintenausstoßelementen zum Ausstoßen von Tintentropfen. Die Sensoren **140** können Temperatursensoren zum Steuern der Energie, die an die Druckkopfanordnung **116** geliefert wird, und zum Steuern der Temperatur derselben sein.

[0051] Während des Betriebs des Drucksystems **100** liefert die Leistungsversorgung **114** eine gesteuerte Spannung oder gesteuerte Spannungen an die Druckersteuerung **110** und den Verarbeitungstreiberkopf **120**. Der Datenprozessor **124** kann mit der Steuerung **110** auf bidirektionale Weise mit seriellen Datenkommunikationen kommunizieren. Die bidirektionale Kommunikation ermöglicht es dem Datenprozessor **124**, **314**, seine eigenen Abfeuerungs- und Zeitgebungsoperationen auf der Basis von erfassten und gegebenen Betriebsinformationen zum Regeln der Temperatur der Druckkopfanordnung **116** und der an dieselbe gelieferten Energie dynamisch formulieren und ausführen. Diese formulierten Entscheidungen beruhen auf Druckkopftemperaturen, die durch die Sensoren **140** erfasst werden, auf der erfassten Menge an bereitgestellter Leistung und auf vorprogrammierten bekannten optimalen Betriebsbandbreiten, z.B. Temperatur- und Energiebandbreiten, Bewegungsachsenrichtwirkungsfehlern usw. Überdies ermöglichen serielle Kommunikationen die Hinzufügung von Tintenausstoßelementen **416** ohne das inhärente Erfordernis, Anschlussleitungen und Verbindungen zu erhöhen. Dies verringert die Kosten und Komplexität der Bereitstellung von internen Kommunikationen für die Druckkopfanordnung.

[0052] Die Druckkopfanordnung der vorliegenden Erfindung umfasst sowohl komplexe analoge als auch digitale Vorrichtungen (z.B. eine mikroelektronische Schaltungsanordnung), die mit dem Verteilungsprozessor kommunizieren. Eine Kommunikation zwischen den digitalen und analogen Vorrichtungen und dem Verteilungsprozessor ermöglicht eine ordnungsgemäße Steuerung und Überwachung des Verarbeitungstreiberkopfes **120**, **310**, z.B. wird ermöglicht, dass Tests durchgeführt werden, dass erfasste Daten interpretiert werden und dass der Verarbeitungstreiberkopf **120** kalibriert wird usw. Beispielsweise kann der Verteilungsprozessor **124**, **314** der Druckkopfanordnung **116**, **300** gespeicherte oder erfasste Daten von anderen Vorrichtungen zum Steuern und Regulieren von Abfeuerungspulscharakteristika, Registeradressierung (sowie das Laden von Abfeuerungsdaten in diese Register), Fehlerkorrektur der Tintentropfenbahn, Temperatur des Verarbeitungstreiberkopfes **120**, elektromagnetische Störung, Düsenenergie, optimale Betriebsspannung und andere elektrische Tests der Druckkopfanordnung empfangen.

[0053] Der Verteilungsprozessor **124** kann ferner die richtigen Betriebsenergiepegel für die Druck-

kopfanordnung bestimmen. Mehrere Komponenten und Systeme in der Druckkopfanordnung weisen minimale sowie maximale Betriebstemperaturen und -spannungen auf, und der Verteilungsprozessor trägt dazu bei, die Druckkopfanordnung innerhalb dieser Grenzen zu halten. Maximale Betriebstemperaturen werden eingerichtet, um die Zuverlässigkeit des Druckkopfes zu gewährleisten und Defekte bei der Druckqualität zu vermeiden. Desgleichen werden maximale Leistungsversorgungsspannungen eingerichtet, um die Lebensdauer des Druckkopfes zu maximieren.

[0054] Eine Art der Bestimmung des Energiepegels ist die Bestimmung der Betriebsspannung der Druckkopfanordnung. Vorzugsweise wird die Betriebsspannung zum Zeitpunkt der Herstellung bestimmt und in der Anordnungsspeichervorrichtung codiert. Jedoch ist, nachdem die Druckkopfanordnung in einem Drucksystem installiert wurde, eine etwas höhere Spannung der Leistungsversorgung **114** nötig, um auf Grund eines zusätzlichen parasitären Widerstands, der durch eine Verbindung mit dem Drucksystem eingeführt wird, die Druckkopfanordnung mit der richtigen Betriebsspannung zu versorgen. Diese Spannung muss hoch genug sein, um die Druckkopfanordnung mit der richtigen Spannung zu versorgen, muss jedoch unter der maximalen Spannung der Leistungsversorgung **114** liegen. Somit ist es wichtig, dass die Leistungsversorgungsspannung in dem Drucker einstellbar ist.

[0055] Die optimale Betriebsspannung wird bestimmt, indem zunächst die Einschaltenergie der Druckkopfanordnung festgestellt wird. Die Einschaltenergie ist die Energiemenge, die gerade ausreichend ist, um einen Tropfenausstoß aus den Düsen der Druckkopfanordnung zu bewirken. Zur Zeit der Herstellung wird die Einschaltenergie bestimmt, indem eine hohe Energiemenge angelegt und ein Tropfenausstoß beobachtet wird. Die Einschaltenergie wird anschließend allmählich verringert, bis der Tropfenausstoß aufhört. Der Einschaltenergiepunkt ist die Energie, die sich gerade über dem Punkt, an dem der Tropfenausstoß aufhört, befindet. Diese Einschaltenergie wird dann zusammen mit einer Überenergiereserve verwendet, um die Betriebsspannung zu finden, und diese Spannung wird in die Druckkopfanordnungsspeichervorrichtung geschrieben.

[0056] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die optimale Betriebsspannung eingestellt, um einen etwa 20 % über der Einschaltenergie liegenden Energiepegel zu erzielen. Dieser Energiepegel ist durch Folgendes gegeben: $\text{Energie} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$ wobei die Pulsbreite des Abfeuerungspulses das Zeitmaß ist. Die Leistung ist durch Folgendes gegeben: $\text{Leistung} = V^2/r$ wobei r der Widerstand der Druckkopfanordnung ist und V die Betriebsspannung ist. Bei diesem Beispiel kann die optimale Betriebs-

spannung festgestellt werden, indem der Energiewert 20 % höher als die Einschaltenergie eingestellt wird. Weitere Einzelheiten finden sich in der US-Patentanmeldung Seriennummer 09/253,411, die am 19. Februar 1999 eingereicht wurde und den Titel „A High Performance Printing System and Protocol“ trägt.

[0057] Einzelheiten über Verfahren zum Bestimmen der Betriebsenergie für eine Druckkassette finden sich in der US-Patentanmeldung Seriennummer 09/071,138, die am 30. April 1998 eingereicht wurde und den Titel „Energy Control Method for an Inkjet Print Cartridge“ trägt, in der US-Patentanmeldung Seriennummer 08/958,951, die am 28. Oktober 1997 eingereicht wurde und den Titel „Thermal Ink Jet Print Head and Printer Energy Control Apparatus and Method“ trägt, in der US-Patentschrift Nr. 5,418,558 mit dem Titel „Determining the Operating Energy of a Thermal Ink Jet Printhead Using an Onboard Thermal Sense Resistor“, in der US-Patentschrift Nr. 5,428,376 mit dem Titel „Thermal Turn-on Energy Test for an Inkjet Printer“, und in der US-Patentschrift Nr. 5,682,185 mit dem Titel „Energy Management Scheme for an Ink Jet Printer“.

[0058] Vor der Lieferung und Verwendung wird die Druckkopfanordnung **116** vorzugsweise einem einmaligen Werkskalibrierungsprozess unterzogen, um Schwankungen der Abschnitte der Druckkopfanordnung zu kompensieren. Diese Schwankungen umfassen Schwankungen zwischen Tintenausstoßelementen **416** und inneren Spur- und parasitären Widerständen. Somit werden Schwankungen, die in einer gegebenen Druckkopfanordnung vorliegen, vorzugsweise während des Herstellungsvorgangs identifiziert und kompensiert. Eine ordnungsgemäße Kalibrierung gewährleistet die richtige Energie für die Tintenausstoßelemente **416** und verlängert die Lebensdauer der Tintenausstoßelemente.

[0059] Im Einzelnen kann die Werkskalibrierung zuerst die Einschaltspannung bestimmen und dann eine Betriebsspannung und nominelle Pulsbreite, die eine ausreichende Überenergie liefert, berechnen. Diese Spannung wird in die Speichervorrichtung der Druckkopfanordnung geschrieben. Nun da die Speichervorrichtung auf diese Weise programmiert ist, kann die Druckkopfanordnung an einen Benutzer geliefert werden, entweder in Verbindung mit einem Drucker oder als Ersatzdruckkopfanordnung. Bei der Inbetriebnahme oder Installation kann die Kalibrierung durch das Drucksystem genutzt werden, um die Betriebseinstellungen, die durch das Drucksystem verwendet werden sollen, zu bestimmen. Im Betrieb wird das System kalibriert, um eine nominelle Betriebsspannung und Pulsbreite einzustellen, die geeignet sind, um geeignete Abfeuerungsenergiepegel für eine Volles-Tropfenvolumen-Abfeuerung bei „Ausfallbedingungen“ zu gewährleisten.

[0060] Ein kontinuierliches Abfeuern eines Tintenstrahl Druckkopfes mit einer hohen Frequenz und schweren Nutzleistung kann bewirken, dass sich der Druckkopf nach ein paar Seiten abschaltet und aufhört, abzufeuern, je nach der Abfeuerungsspannung (Überenergie). Das Problem ist darauf zurückzuführen, dass die Temperatur des Gesamtsubstrats **410** von der normalen Betriebstemperatur von etwa 45 Grad Celsius auf 60 bis 85 Grad Celsius ansteigt. Bei diesen Substrattemperaturen kann der örtliche Bereich des Tintenausstoßelements **416** so heiß sein (mehr als 100 Grad C betragen), dass die erzeugte Blase niemals in sich zusammenfällt, was einen Tintentropfenausstoß stoppt und zu einer weiteren Erhitzung und einer thermischen Instabilität führt.

[0061] Allgemein werden Analog/Digital-Wandler (ADCs) und Digital/Analog-Wandler (DACs) verwendet (nicht in [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigt). Ein analoger Temperatursensor **140** misst die Temperatur des Treiberkopfes **126**, und der ADC wandelt die Messung in ein digitales Wort um. Der DAC empfängt das digital umgewandelte Signal und nimmt entsprechende Anpassungen der Energie- und Temperatureinstellung vor. Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel umfasst der Verarbeitungstreiberkopf **126** einen Temperatursensor **140** und eine Einrichtung zum Bereitstellen eines digitalen Wortes, das mit der erfassten Temperatur korreliert. Dieses digitale Wort wird durch eine zusätzliche Temperaturüberwachungs- und Steuerschaltungsanordnung verwendet, die sich entweder auf dem Verarbeitungstreiberkopf **120** oder der Drucksystemsteuerung **110** befindet. Ein Analog/Digital-Wandler (ADC) dient zum Umwandeln eines analogen Temperatureingangssignals in ein digitales Ausgangssignal, das zu der gemessenen Temperatur proportional ist. Als Nächstes empfängt ein Digital/Analog-Wandler (DAC) das digitale Ausgangssignal und wandelt das digitale Ausgangssignal in ein im Wesentlichen äquivalentes analoges Spannungssignal um. Ein Entscheidungselement, z.B. ein digitaler Komparator, kann verwendet werden, um das analoge Eingangssignal mit dem analogen Spannungssignal von dem DAC zu vergleichen, um zu bestimmen, wann die digitale Darstellung des analogen Signals erreicht wurde, um auf der Grundlage dieser gemessenen Temperatur Steuerentscheidungen zu treffen. Folglich liefert das Thermosteuersystem eine geschlossene Regelung, um den Verarbeitungstreiberkopf **126** bei oder in der Nähe einer optimalen, programmierbaren Temperatur zu halten, und um zu bestimmen, ob ein festgelegter oberer Grenzpunkt überschritten wurde.

[0062] Im Einzelnen befindet sich ein Temperatursensor **140** auf dem Verarbeitungstreiberkopf **120**, wobei ein Sensorspannungsausgangssignal proportional zu einer erfassten Temperatur ist. Der ADC wandelt die erfasste Temperatur in ein digitales Wort um und sendet das digitale Wort an den DAC. Der

DAC weist einen digitalen Eingang und eine Ausgangsspannung, die zu dem Wert eines durch den digitalen Eingang empfangenen digitalen Wortes proportional ist, auf. Der digitale Komparator weist einen mit dem Sensorspannungsausgang verbundenen ersten Eingang und einen mit dem Wandlerspannungsausgang verbundenen zweiten Eingang auf. Der Komparator erzeugt auf der Basis der Wandlerausgangsspannung ein Äquivalenzsignal. Der Druckkopf kann eine Temperatursteuerung **136** aufweisen, die das digitale Wort mit einem vorgewählten Temperaturschwellenwert vergleicht, um zu bestimmen, ob die Temperatur innerhalb einer gewählten Bandbreite liegt.

[0063] Das Drucksystem **100** umfasst eine mit einer Druckkopfanordnung **116** gekoppelte Steuerung **110**. Die Druckkopfanordnung **116** umfasst einen Verarbeitungstreiberkopf **120** und eine Druckkopfspeichervorrichtung **122**, die Druckkassettenkalibrierungsinformationen enthalten kann. Der Verarbeitungstreiberkopf **120** besteht aus einem Datenprozessor **124**, z.B. einem Verteilungsprozessor, und einem Treiberkopf **126**, z.B. einem Array von Tintenstrahl-Tintenausstoßelementen oder Tropfengeneratoren **416**. Der Treiberkopf **126** umfasst ferner Sensoren **140** zum dynamischen Messen der Druckkopftemperatur. Die Sensoren **140** können analoge oder digitale Sensoren sein. Vorzugsweise sind die Sensoren **140** um den Treiberkopf verteilt, so dass eine „globale“ Temperatur erfasst wird.

[0064] Die vorliegende Erfindung verbessert die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Verarbeitungstreiberkopfes **120**, indem sie die an den Treiberkopf **126** gelieferte Energie steuert. Unter erneuter Bezugnahme auf [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) kann der Verteilungs- bzw. Datenprozessor **124** Energiesteuervorrichtungen **132** und Thermosteuervorrichtungen **136** in seiner eigenen Schaltungsanordnung beinhalten, wie in [Fig. 1B](#) gezeigt ist. Alternativ dazu kann die Steuerung **110** diese Vorrichtungen beinhalten. Die Energiesteuervorrichtung **132** kann verwendet werden, um Schwankungen der Grundelementversorgungsspannung, die auf Grund eines parasitären Verbindungswiderstands zwischen dem Druckerwagen und der Verbindungsanschlussfläche **312** des Treiberkopfes **126** der Druckkopfanordnung **116** entstehen, zu kompensieren. Dies kann beispielsweise dadurch bewerkstelligt werden, dass die Abfeuerungspulsbreite so eingestellt wird, dass sie die Energiezufuhr an den Treiberkopf **126** variiert.

[0065] Obwohl der Datenprozessor **124** mit der Speichervorrichtung **122** kommunizieren kann, kommuniziert der Datenprozessor **124** vorzugsweise auf eine bidirektionale Weise mit der Steuerung **110**. Die bidirektionale Kommunikation ermöglicht es dem Datenprozessor **124**, seine eigenen Abfeuerungs- und Zeitgebungsoperationen auf der Basis von erfassten

und gegebenen Betriebsinformationen zum Regeln der an den Verarbeitungstreiberkopf **120** gelieferten Energie dynamisch zu formulieren und durchzuführen. Diese formulierten Entscheidungen können u.a. auf einer Inaktivität bestimmter Düsen an einem Druckkopf, Druckkopfwartungsvorgängen, erfassten Druckkopftemperaturen, Auftragungsdichte bzw. Druckdichte, Abstand vom Rand des Bandes oder Kombinationen mancher oder aller der obigen Szenarios beruhen.

[0066] Wie oben erörtert wurde, können Tintenstrahldruckkassetten den Nachteil der Entstehung von Blasen in der Abfeuerungskammer aufweisen, die einen fehlgeleiteten Ausstoß oder überhaupt keinen Ausstoß bewirken können. Dies tritt auf, wenn eine bestimmte Düse über einen bestimmten Zeitraum hinweg inaktiv und nicht abgedeckt war. Wenn eine Seite gedruckt wird, werden nicht unbedingt alle Düsen an einem Druckkopf benutzt. Während dieser Zeit der Inaktivität weisen diese Düsen oft hohe Temperaturen auf. Besonders bei Systemen mit pigmentierter Tinte entstehen auf Grund von Blasen in der Abfeuerungskammer Zuverlässigkeitsprobleme. Diese Blasen können Fehler bezüglich der Tröpfchenbahn bewirken oder können bewirken, dass eine Düse vollständig ausfällt. Blasen entstehen während einer Druckpause für eine bestimmte Düse. Die Empfindlichkeit eines bestimmten Tintenstrahlsystems in Bezug auf Blasen hängt stark von der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse und der Abfeuerungskammer sowie der Temperatur ab. Man entdeckte, dass ein Erhöhen der an die Druckkassette gelieferten Überenergie über die normale Überenergie von 20 % während eines Ausstoßens eines Tintentröpfchens Probleme, die auf Blasen in der Abfeuerungskammer zurückzuführen sind, verbessert. Diese erhöhte Überenergie kann irgendwo im Bereich zwischen 30 bis 100 % Überenergie liegen. Wie oben erörtert wurde, verhalten sich Energie, Leistung und Spannung wie folgt: $\text{Energie} = \text{Leistung} \cdot \text{Zeit}$ wobei die Pulsbreite des Abfeuerungspulses das Zeitmaß ist. Die Leistung ist durch Folgendes gegeben: $\text{Leistung} = V^2/r$

[0067] Somit gilt: $\text{Energie} = V^2/r \cdot \text{Zeit}$, wobei r der Widerstand der Druckkopfanordnung ist und V die Betriebsspannung ist. Dementsprechend kann die Energie des Abfeuerungspulses erhöht werden, indem entweder die Spannung oder die Pulsbreite erhöht wird. Überdies ist es oft vorteilhaft, sowohl die Spannung als auch die Pulsbreite zu variieren, um einen gewünschten Energiepegel zu erzielen. Wenn beispielsweise gewünscht wird, eine Druckkassette bei 40 % Überenergie abzufeuern, kann es je nach der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse und der Abfeuerungskammer sowie der Temperatur wünschenswert sein, die Pulsbreite in der Tat zu vermindern, so dass die Spannung auf einen höheren Pegel erhöht werden kann, um die 40%ige Überenergie zu

erzielen. Wenn demgemäß eine Spannung von 10,7 Volt und eine Pulsbreite von 1,6 Mikrosekunden eine 20%ige Überenergie für eine Druckkassette ergeben, könnte eine 40%ige Überenergie erzielt werden, indem eine Spannung von 14,5 Volt und eine Pulsbreite von 1,0 Mikrosekunden verwendet wird. Die der Druckkassette gelieferte Energie wird durch die Steuerung **110** und die Leistungsversorgung **114**, die die Spannung und Pulsbreite steuern, gesteuert. Die Steuerung **110** kann die Wirkung der Energiesteuervorrichtung **132** aufheben.

[0068] Jedoch kann ein konstanter Betrieb bei einer hohen Energie eine Verringerung der Lebensdauer des Heizwiderstands, der das Tintentröpfchen ausstößt, nach sich ziehen. Ferner wird die überschüssige Energie zu Wärme, die die Temperatur des Druckkopfes erhöht, was andere Druck- und Zuverlässigkeitsdefekte bewirkt. Auf Grund dieser Einschränkungen variiert die vorliegende Erfindung die Energie derart, dass die Vorteile bei einer minimalen Auswirkung auf den Rest des Systems erzielt werden. Der Temperatursensor **140** wird verwendet, um die Druckkopftemperatur zu überwachen, bis eine vorbestimmte Temperatur für diese Druckkassette erreicht wird. Wenn die vorbestimmte Temperatur erreicht ist, verringert die Steuerung **110** die gerade verwendete Überenergie auf die normale Überenergie. [Fig. 5](#) zeigt die Ergebnisse für (einen) durch Blasen bewirkte(n) Ausfall bzw. Ausfälle von Tintenausstoßelementen/-düsen als Funktion der Energie des Abfeuerungspulses. Mit zunehmender Energie werden die Auswirkungen eines bzw. von durch Blasen bewirkte(n) Ausfalls bzw. Ausfällen von Tintenausstoßelementen/-düsen verringert.

[0069] Bei einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird die an die Druckkassette gelieferte Überenergie immer dann, wenn ein(e) Tintenausstoßelement/-düse an einer Druckkassette über einen vorbestimmten maximalen Zeitraum nicht benutzt wurde, über die normale Überenergie angehoben. Die Steuerung **110** überwacht jede Druckkassette einzeln, um zu bestimmen, wann ein oder mehr Tintenausstoßelemente an jeder Druckkassette über einen vorbestimmten maximalen Zeitraum für jede Druckkassette nicht genutzt wurde. Dieser vorbestimmte maximale Zeitraum hängt von der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse und der Abfeuerungskammer ab. Dementsprechend kann der vorbestimmte maximale Zeitraum für die schwarzen und die verschiedenfarbigen Druckkassetten unterschiedlich sein. Überdies kann der vorbestimmte maximale Zeitraum für zähflüssige Düsenpropfen und durch Blasen bewirkte Tintenausstoßprobleme unterschiedlich sein. Dieser maximale Zeitraum kann lediglich drei Sekunden für durch Blasen bewirkte Tintenausstoßprobleme und fünf Sekunden für eine nicht abgedeckte zähflüssige Verstopfung betragen.

[0070] Wenn eine oder mehr Druckkassetten über einen vorbestimmten maximalen Zeitraum nicht benutzt wurden, verwendet die Steuerung **110** ein Auswerfen bei hoher Überenergie, während sich die Druckkassetten über dem Auswurfbecken befinden. Jegliches Auswerfen bei einer Überenergie findet über dem Auswurfbecken statt. Wenn ein tatsächliches Drucken erfolgt, wird eine normale Abfeuerungsenergie verwendet, da die Steuerung **110** die Abfeuerungsenergie nicht für jede einzelne Abfeuerungskammer einstellen kann. [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das das Vorstehende veranschaulicht.

[0071] Die Chance, dass eine Düse oder Düsen inaktiv ist bzw. sind, erhöht sich bei einer Auftragung einer niedrigen Dichte. Da bei einer Auftragung einer geringen Dichte ferner der Arbeitszyklus des Druckkopfes geringer ist, wird weniger Wärme erzeugt. Demgemäß wird bei einem anderen Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung die der Druckkassette bereitgestellte Überenergie immer dann, wenn ein Bild gedruckt wird, das eine Druckdichte aufweist, die niedriger ist als eine bestimmte maximale Schwelle, über die normale Überenergie erhöht. Die Steuerung **110** überwacht jede Druckkassette einzeln, um zu bestimmen, wann eine oder mehr Druckkassetten unter ihrer vorbestimmten maximalen Bild-dichte für jede Druckkassette druckt. Diese vorbestimmte minimale Bilddichte hängt von der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse und der Abfeuerungskammer ab. Dementsprechend kann die vorbestimmte minimale Bilddichte für die schwarzen und die verschiedenfarbigen Druckkassetten unterschiedlich sein. Diese minimale Bilddichte kann anhand der prozentualen Dichte ausgedrückt werden. Wenn eine oder mehr Druckkassetten unter ihrer vorbestimmten minimalen Bilddichte drucken, verwendet die Steuerung **110** ein Auswerfen bei hoher Überenergie, während sich die Druckkassetten über dem Auswurfbecken befinden. Jegliches Auswerfen bei einer Überenergie findet über dem Auswurfbecken statt. Wenn ein tatsächliches Drucken erfolgt, wird eine normale Abfeuerungsenergie verwendet, da die Steuerung **110** die Abfeuerungsenergie nicht für jede einzelne Abfeuerungskammer einstellen kann. [Fig. 6](#) ist ein Flussdiagramm, das das Vorstehende veranschaulicht.

[0072] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung wird eine hohe Überenergie für alle Wartungsauswürfe in das Auswurfbecken verwendet, z.B. wenn Druckkassetten unter Verwendung einer hohen Energie für Startauswürfe, routinemäßige Wartungsauswürfe, jegliches Auswerfen in das Auswurfbecken und Simultanbetrieb-Auswürfe von einer Abdeckstation entfernt werden.

[0073] Die Anzahl erforderlicher auswerfender Tintentropfen hängt von dem Zweck des Auswerfens und der Tintenformulierung, der Geometrie der Düse

und der Abfeuerungskammer ab. Diese erforderliche Anzahl von auswerfenden Tintentropfen liegt irgendwo zwischen nur fünf Auswürfen und bis zu 300 Auswürfen.

[0074] Bei den oben beschriebenen Szenarios zur Verwendung einer hohen Überenergie wird die Abfeuerung bei hoher Energie lediglich verwendet, bis die durch den Sensor **140** gemessene Druckkopf-temperatur eine vorbestimmte Temperatur für die Druckkassetten überschreitet. Wenn diese vorbestimmte Temperatur erreicht ist, wird eine dynamische Pulsbreiteneinstellung verwendet, um die Temperatur zu verringern. Siehe US-Patentanmeldung Seriennummer 09/416,800, die am 13. Oktober 1999 eingereicht wurde und den folgenden Titel trägt: „Method for Controlling the Over-energy Applied to an Inkjet Print Cartridge Using Dynamic Pulse Width Adjustment Based on Printhead Temperature“.

[0075] Im Vorstehenden wurden die Prinzipien, bevorzugte Ausführungsbeispiele und Betriebsmodi der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die Erfindung sollte jedoch nicht so ausgelegt werden, als sei sie auf die bestimmten erörterten Ausführungsbeispiele beschränkt. Somit sollten die oben beschriebenen Ausführungsbeispiele vielmehr als veranschaulichend und nicht als einschränkend angesehen werden, und man sollte erkennen, dass seitens von Fachleuten Variationen an diesen Ausführungsbeispielen vorgenommen werden können, ohne von dem Schutzbereich der Erfindung, wie er durch die folgenden Patentansprüche definiert ist, abzuweichen.

Patentansprüche

1. Ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahl-druckkopfanordnung (**300**), das folgende Schritte umfasst:
Bereitstellen der Druckkopfanordnung (**300**), die Tintenausstoßelemente (**416**) aufweist, die Tinte durch eine Düse (**318**) aus einer Abfeuerungskammer ausstoßen, und die durch einen elektrischen Puls, der eine erste vorbestimmte Energie aufweist, mit Energie versorgbar ist;
Überwachen der Druckkopfanordnung (**300**), um die Zeit zu bestimmen, die verstrichen ist, seit jedes Tintenausstoßelement (**416**) an der Druckkopfanordnung (**300**) abgefeuert wurde;
Berechnen einer vorbestimmten maximalen Zeitspanne, während der ein Tintenausstoßelement (**416**) nicht arbeitet, unter Verwendung der Mischung der Tinte und der Geometrie der Düse (**318**) und der Abfeuerungskammer;
Vergleichen der verstrichenen Zeit für jedes Tintenausstoßelement (**416**) an der Druckkopfanordnung (**300**) mit der vorbestimmten maximalen Zeitspanne; und
Einleiten eines Auswerfens bei einer zweiten vorbe-

stimmten Energie für die Druckkopfanordnung (300), die höher ist als die erste, falls die vorbestimmte maximale Zeitspanne für zumindest eines der Tintenausstoßelemente (416) an der Druckkopfanordnung (300) überschritten wurde.

2. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem die zweite vorbestimmte Energie zwischen 1,3 und 2,0 mal die erste vorbestimmte Energie beträgt.

3. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, bei dem das Auswerfen bei hoher Energie über einem Auswurfbecken (250) stattfindet.

4. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, das ferner folgende Schritte umfasst:
Überwachen einer Anzahl von Auswürfen durch die Druckkopfanordnung (300);
Bestimmen, ob eine vorbestimmte maximale Anzahl von Auswürfen überschritten wurde; und
Beenden des Auswerfens bei hoher Energie, falls die vorbestimmte maximale Anzahl von Auswürfen überschritten wurde.

5. Das Verfahren gemäß Anspruch 1, das ferner folgende Schritte umfasst:
Überwachen einer Temperatur der Druckkopfanordnung (300);
Bestimmen, ob eine vorbestimmte maximale Temperatur überschritten wurde; und
Beenden des Auswerfens bei hoher Energie, falls die vorbestimmte maximale Temperatur der Druckkopfanordnung (300) überschritten wurde.

6. Ein Verfahren zum Steuern einer Tintenstrahl-druckkopfanordnung (300), das folgende Schritte umfasst:
Bereitstellen der Druckkopfanordnung (300), die Tintenausstoßelemente (416) aufweist, die Tinte durch eine Düse (318) aus einer Abfeuerungskammer ausstoßen, und die durch einen elektrischen Puls, der eine erste vorbestimmte Energie aufweist, mit Energie versorgbar ist;
Überwachen der Druckkopfanordnung (300), um die Dichte des Drucks durch die Druckkopfanordnung (300) zu bestimmen;
Berechnen einer vorbestimmten minimalen Druckdichte unter Verwendung der Mischung der Tinte und der Geometrie der Düse (318) und der Abfeuerungskammer;
Vergleichen der überwachten Druckdichte für die Druckkopfanordnung (300) mit der vorbestimmten minimalen Druckdichte; und
Einleiten eines Auswerfens bei einer zweiten vorbestimmten Energie für die Druckkopfanordnung (300), die höher ist als die erste, falls die überwachte Druckdichte für die Druckkopfanordnung (300) geringer ist als die vorbestimmte minimale Druckdichte.

7. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem die

zweite vorbestimmte Energie zwischen 1,3 und 2,0 mal die erste vorbestimmte Energie beträgt.

8. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, bei dem das Auswerfen bei hoher Energie über einem Auswurfbecken (250) stattfindet.

9. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, das ferner folgende Schritte umfasst:
Überwachen einer Anzahl von Auswürfen durch die Druckkopfanordnung (300);
Bestimmen, ob eine vorbestimmte maximale Anzahl von Auswürfen überschritten wurde; und
Beenden des Auswerfens bei hoher Energie, falls die vorbestimmte maximale Anzahl von Auswürfen überschritten wurde.

10. Das Verfahren gemäß Anspruch 6, das ferner folgende Schritte umfasst:
Überwachen einer Temperatur der Druckkopfanordnung (300);
Bestimmen, ob eine vorbestimmte maximale Temperatur überschritten wurde; und
Beenden des Auswerfens bei hoher Energie, falls die vorbestimmte maximale Temperatur der Druckkopfanordnung (300) überschritten wurde.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

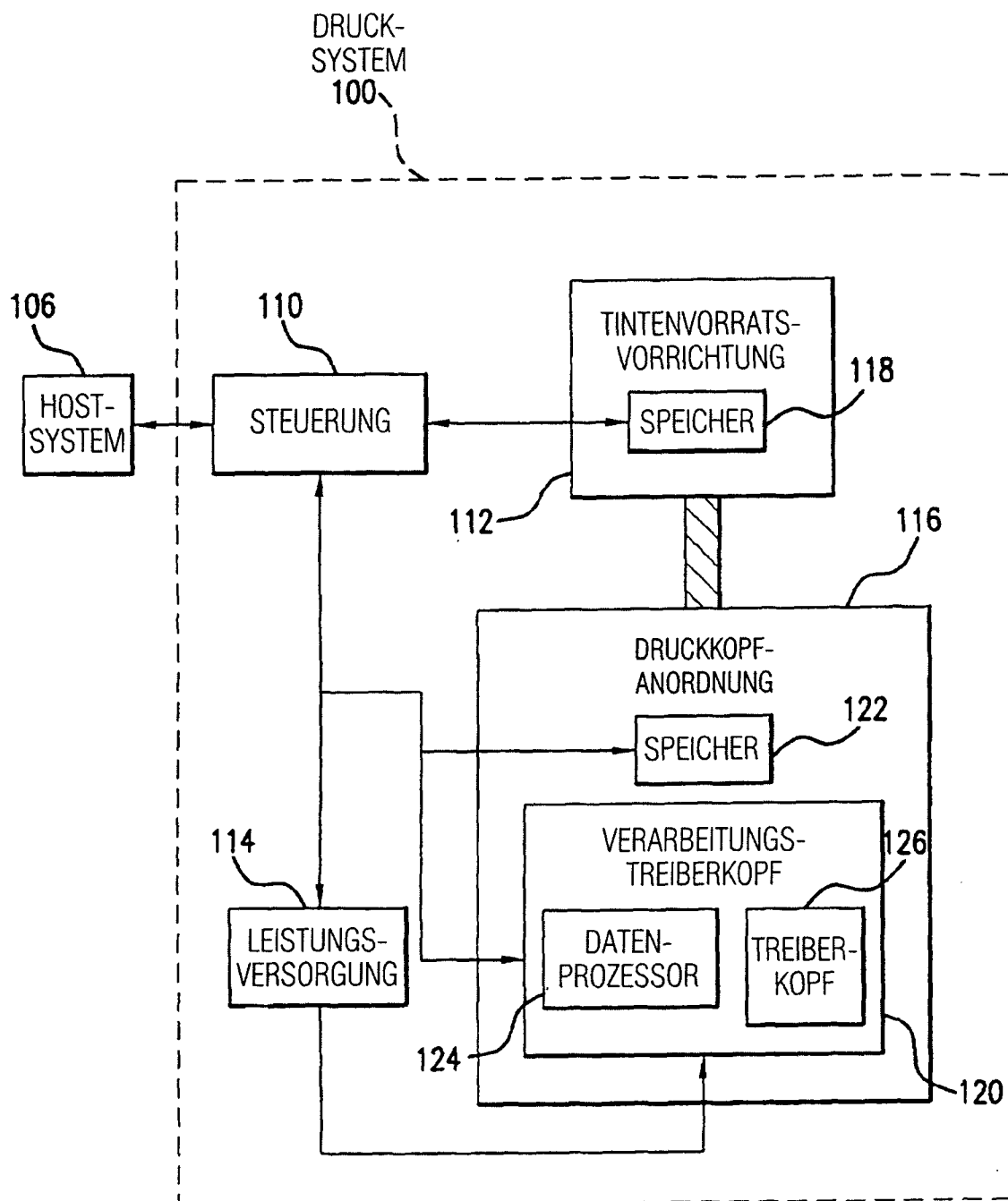


FIG.1A

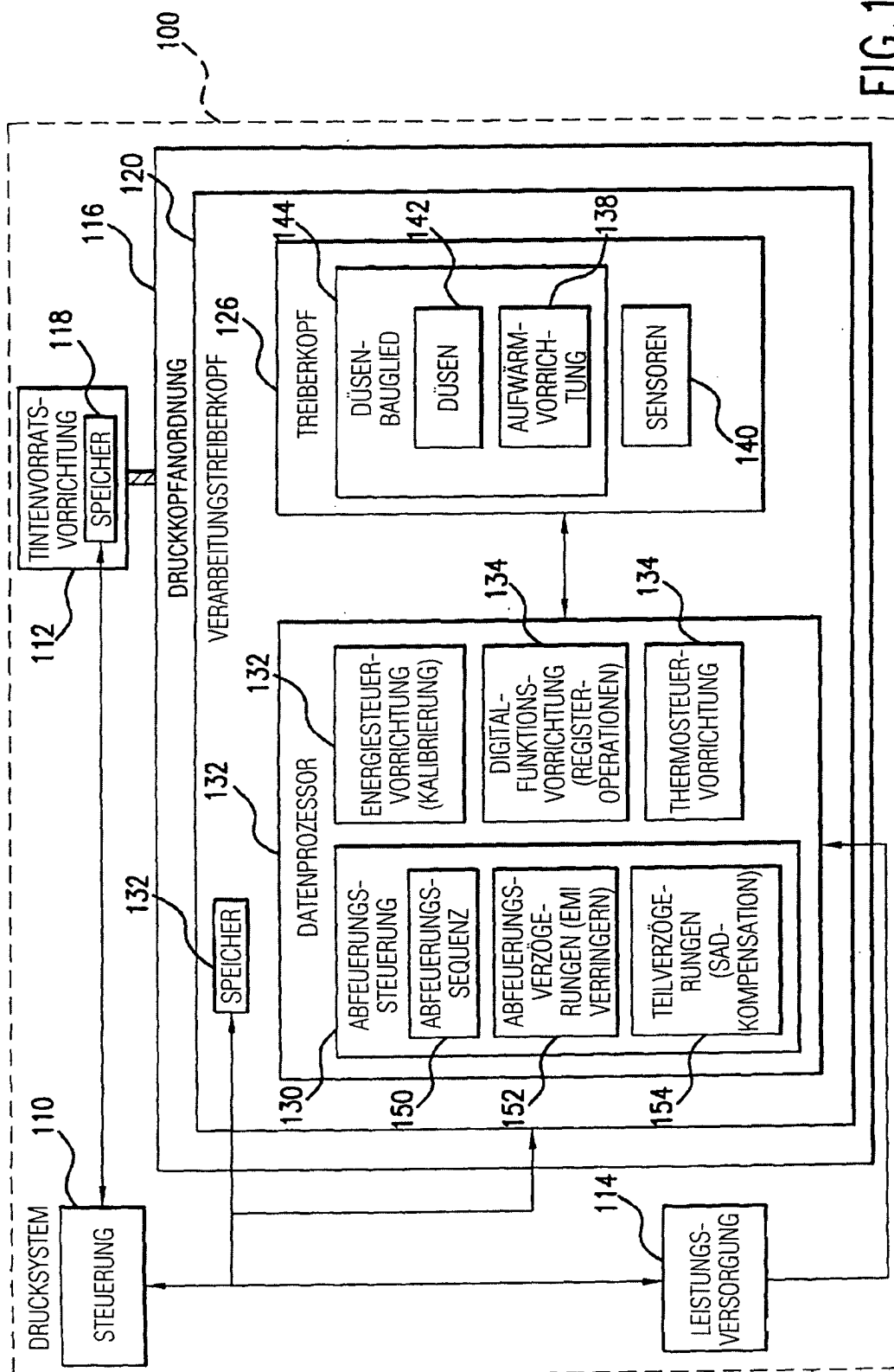


FIG. 18

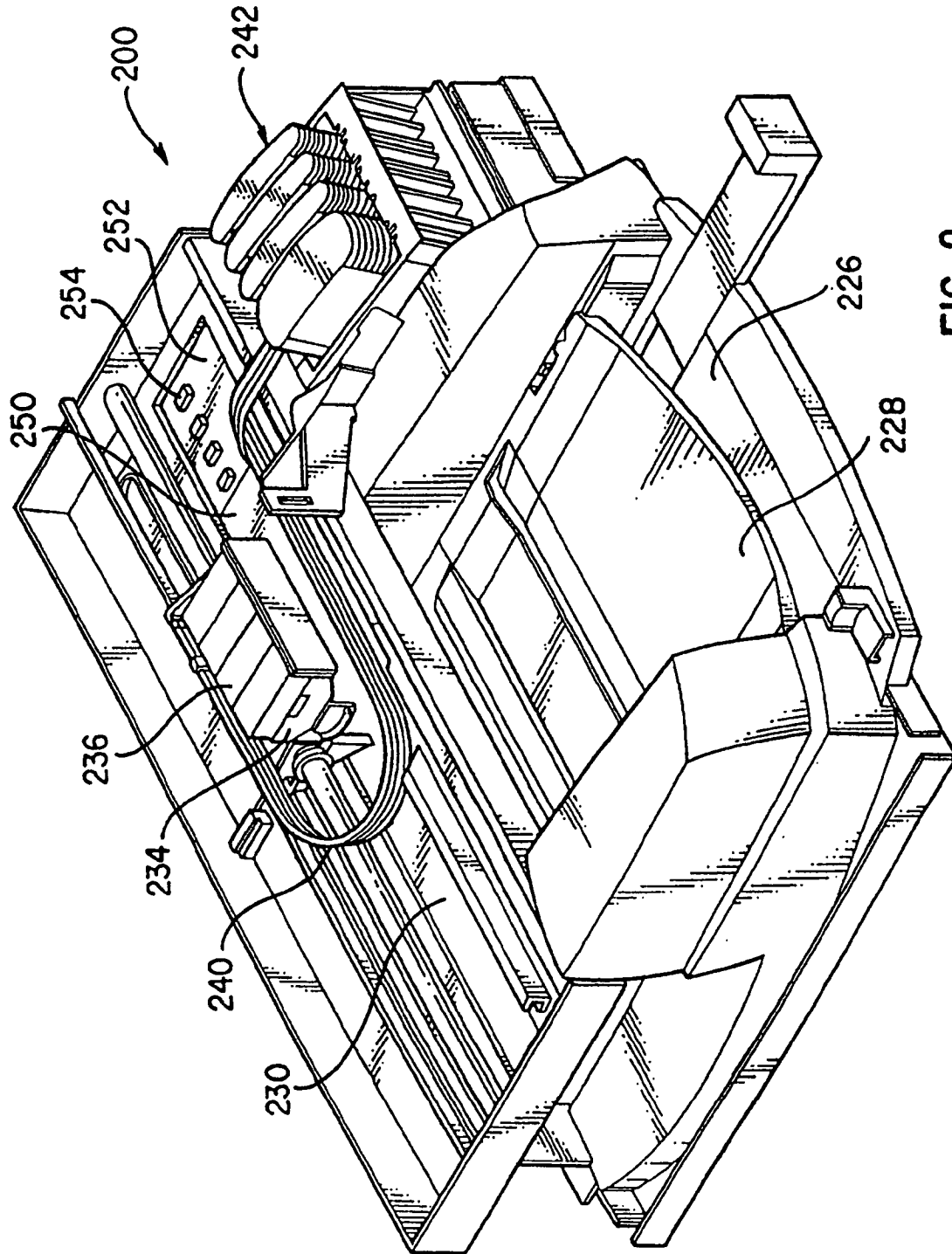
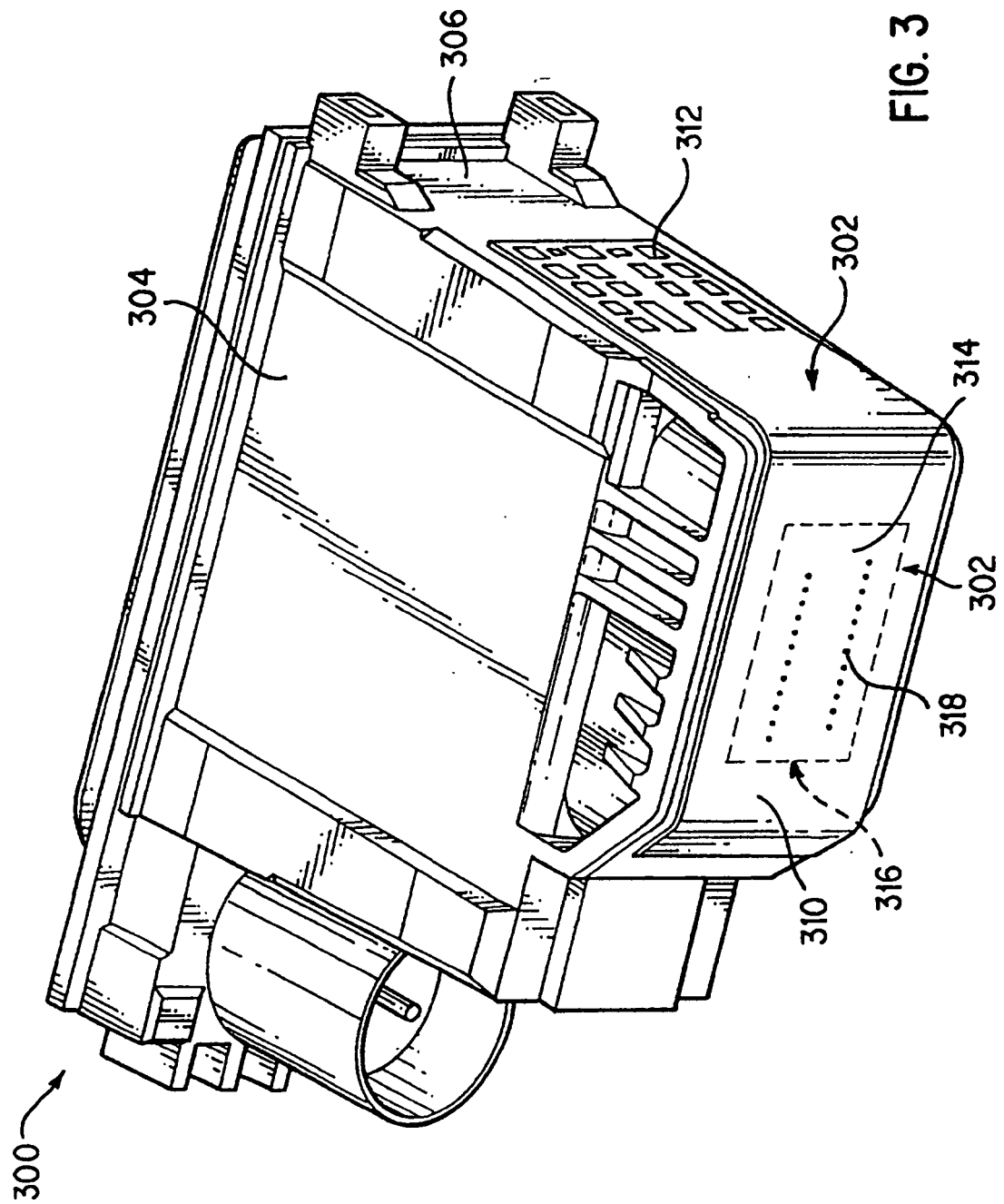


FIG. 2



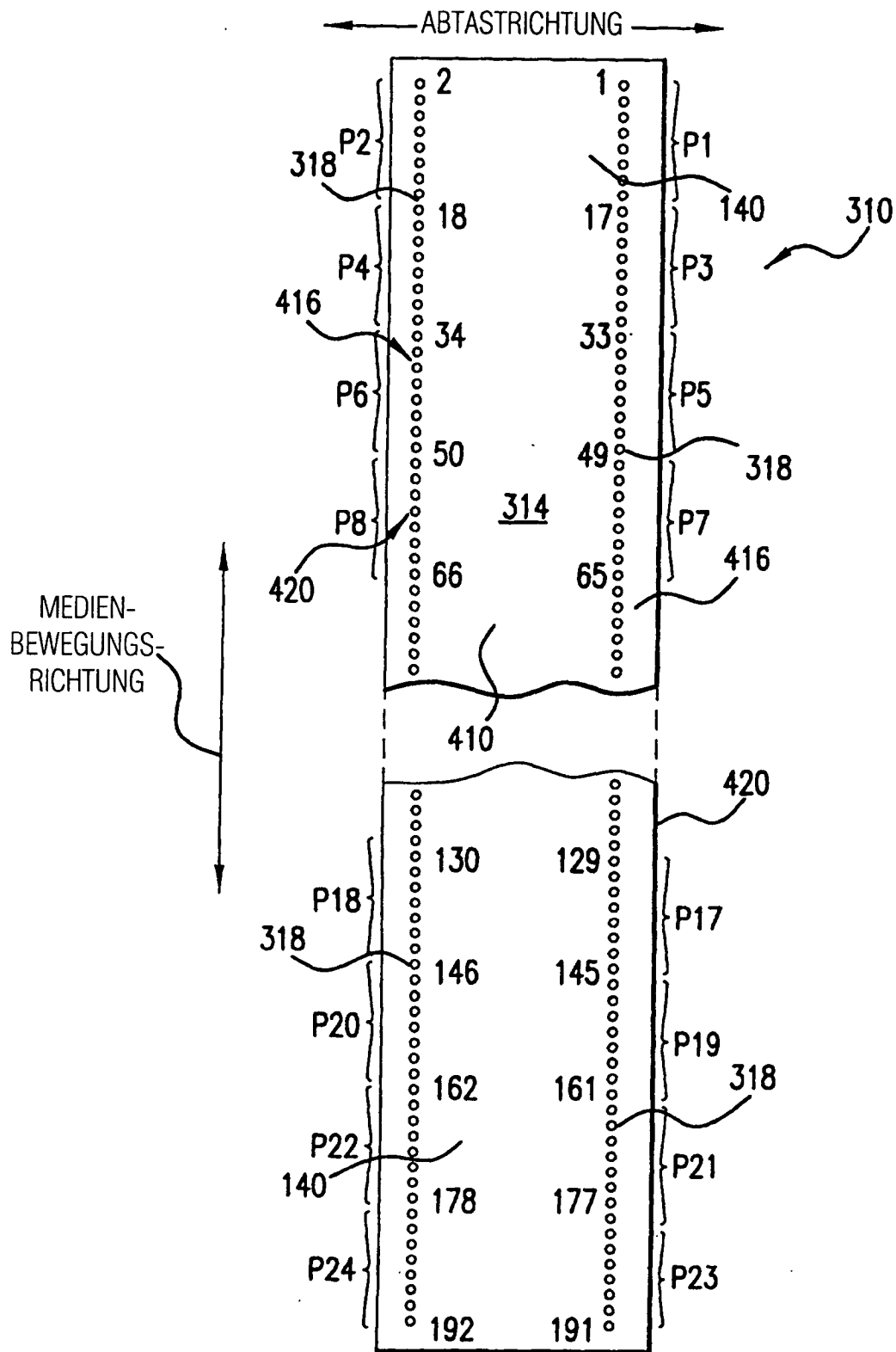


FIG.4

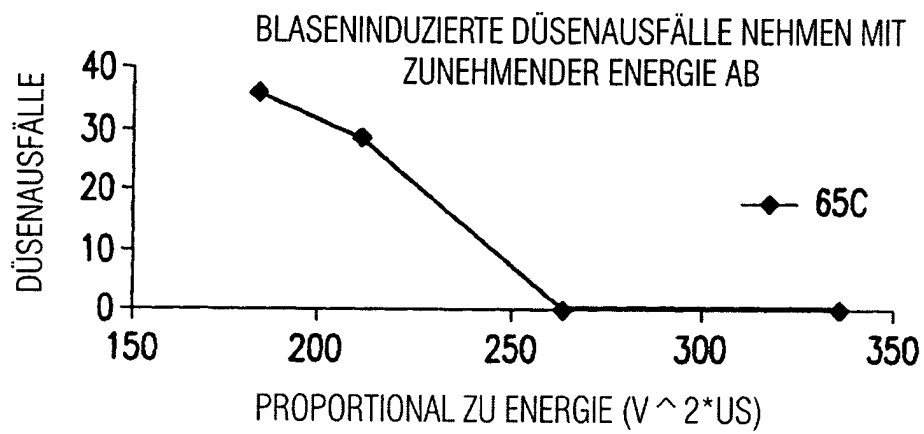


FIG.5

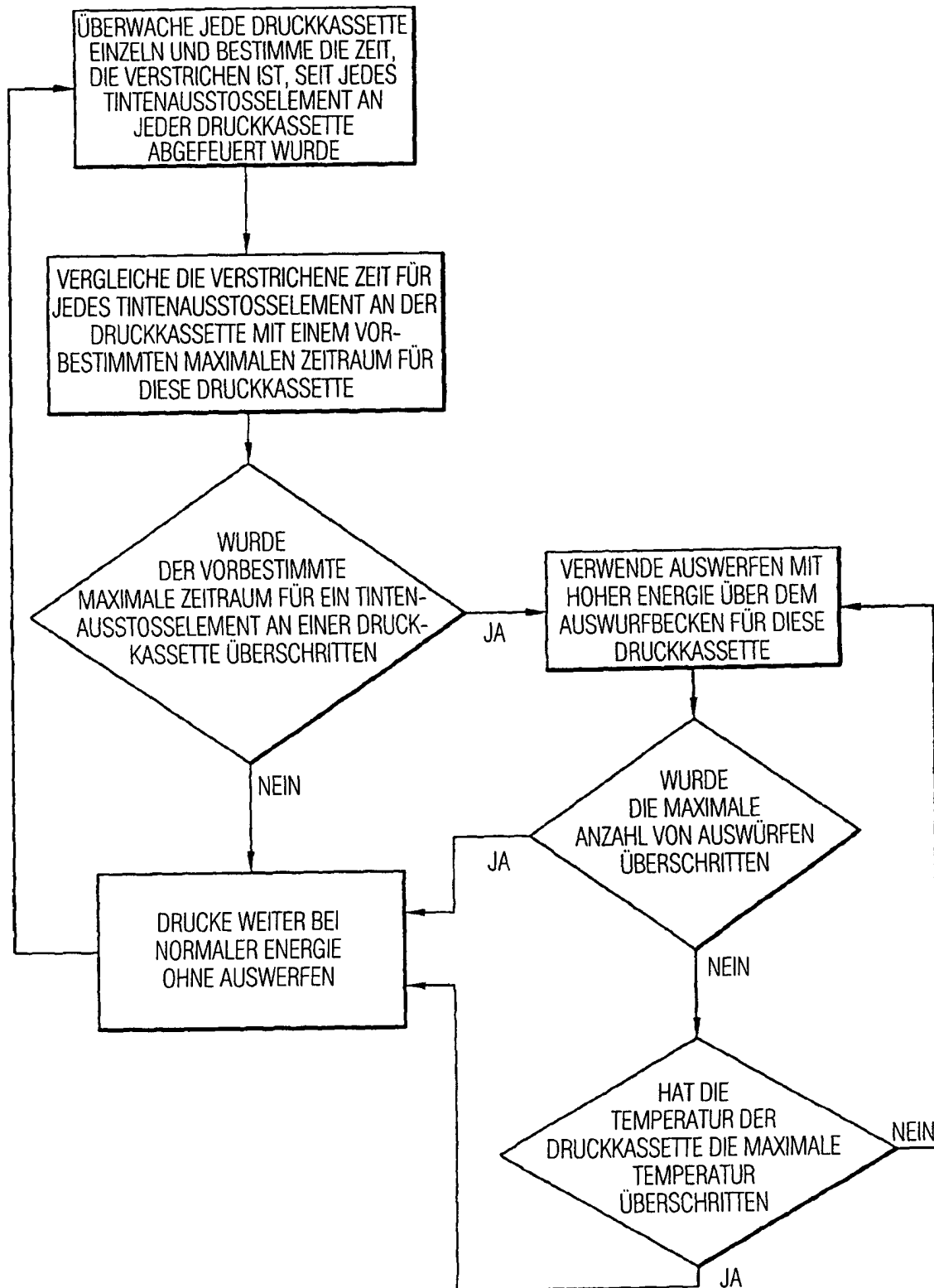


FIG.6

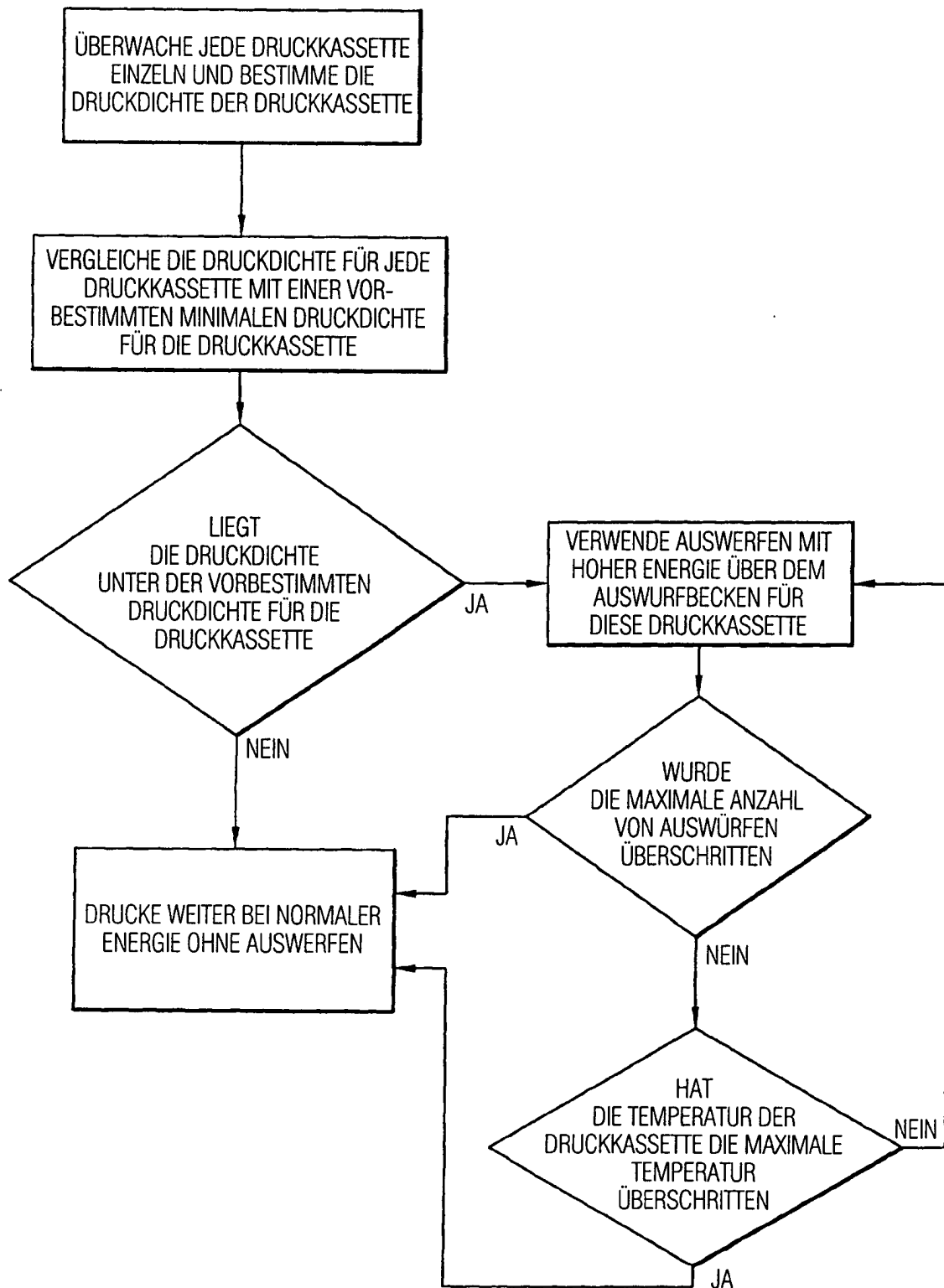


FIG.7