



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 31 134 T2 2007.04.19**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 027 987 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 31 134.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 102 646.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **12.02.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **16.08.2000**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **03.05.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **19.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **B41J 2/125 (2006.01)**

B41J 2/165 (2006.01)

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

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

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, ES, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

**Bruch, Xavier, 08190 Sant Cugat del Vallès,
Barcelona, ES; Girones, Xavier, 43770 Mora la
Nova, Barcelona, ES; Serra, Albert, 08028
Barcelona, Barcelona, ES; Vega, Ramon, 08208
Sabadell, Barcelona, ES; Murcia, Antoni, 08190
Sant Cugat del Vallès, Barcelona, ES**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Tintentropfenerfassung in einem Druckgerät**

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 eingelebt, 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] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf Druckervorrichtungen und insbesondere, jedoch nicht ausschließlich, auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Verbessern der Erfassung von fehlerhaften oder verstopften Düsen bei Druckervorrichtungen.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Es ist bekannt, Papierkopien, auch als „Druck“-Kopien bekannt, von Dateien zu erzeugen, die auf einer Hostvorrichtung, z. B. einem Computer, gespeichert sind, wobei eine Druckervorrichtung verwendet wird. Die Druckmedien, auf die Dateien gedruckt werden können, umfassen Papier und klare Acetate zur Verwendung bei Vorträgen, Seminaren und dergleichen.

[0003] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist eine herkömmliche Hostvorrichtung **100**, in diesem Fall ein Personalcomputer, veranschaulicht, die mit einer Druckervorrichtung **120** über ein Kabel **110** verbunden ist. Bei den bekannten Verfahren zum Drucken von Text und dergleichen auf ein Druckmedium, wie z. B. Papier, ist es bekannt, ein Bild auf dem Papier durch ein Sprühen von Tintentröpfchen aus einer Mehrzahl von Düsen aufzubauen.

[0004] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) ist schematisch ein Teil einer Druckervorrichtung gemäß dem Stand der Technik veranschaulicht, die ein Array von Druckerdüsen **220** aufweist, die in parallelen Reihen angeordnet sind. Die Einheit, die die Anordnung von Druckerdüsen aufweist, ist hier als ein Druckerkopf bekannt. Bei einem herkömmlichen Drucker des hier beschriebenen Typs ist der Druckerkopf **210** gezwungen, sich in eine Richtung **260** bezüglich des Druckmediums **200**, z. B. einem Blatt A4-Papier, zu bewegen. Außerdem ist das Druckmedium **200** auch gezwungen, sich in eine weitere Richtung **250** zu bewegen. Bevorzugt ist die Richtung **260** orthogonal zu der Richtung **250**. Während eines normalen Druckbetriebs wird der Druckerkopf **210** zu einer ersten Position bezüglich des Druckmediums **200** bewegt, und eine Mehrzahl von Tintentröpfchen wird aus einer gleichen Mehrzahl von Druckerdüsen **220**, die in dem Druckerkopf **210** enthalten sind, gesprührt. Dieser Prozess ist auch als eine Druckoperation bekannt. Nach dem Abschluss einer Druckoperation wird der Druckerkopf **210** in eine Richtung **260** zu einer zweiten Position bewegt, und eine weitere Druckoperation wird durchgeführt. Auf eine ähnliche Weise wird der Druckerkopf wiederholt in einer Richtung **260** über das Druckmedium **200** bewegt und eine Druckoperation nach jeder derartigen Bewegung des Druckkopfes **210** durchgeführt. Wenn der Druckerkopf **210** eine Kante des Druckmediums **200** erreicht, wird das Druckmedium eine kurze Strecke in einer Richtung **250** parallel zu einer Hauptlänge des Druckmediums **200** bewegt, und eine weitere Druckoperation wird durchgeführt. Der Druckerkopf **210** wird dann in einer Richtung **260** zurück über das Druckmedium **200** bewegt, und eine weitere Druckoperation wird durchgeführt. Auf diese Weise wird eine vollständige gedruckte Seite erzeugt.

[0005] Um die Qualität der gedruckten Ausgabe der Druckervorrichtung aufrechtzuerhalten, ist es wichtig, dass jede Anweisung an den Druckerkopf, einen Tintentropfen aus einer Düse der Mehrzahl von Düsen zu erzeugen, tatsächlich einen derartigen Tintentropfen erzeugt. Bei herkömmlichen Druckern ist es bekannt, zu versuchen, einen Tintentropfen zu erfassen, wenn derselbe die Düse während eines normalen Betriebs verlässt. Bei herkömmlichen Druckern wird diese Tropfenerfassung verwendet, um das Ende der Lebensdauer des Druckerkopfes **210** anzuzeigen und eine Druckerkopfwartung einzustellen. Eine Tropfenerfassung wird bekanntermaßen durch eine Tropfenerfassungsanordnung **270** durchgeführt. Es ist bekannt, die Tropfenerfassungsanordnung **270** außerhalb der Region anzurufen, die zum Drucken auf das Druckmedium **200** verwendet wird, und die Tropfenerfassungsanordnung **270** ist bekanntermaßen im Wesentlichen nahe bei einer Kante des Druckmediums **200** angeordnet.

[0006] Unter Bezugnahme auf [Fig. 3](#) ist schematisch ein herkömmliches Tropfenerfassungssystem veranschaulicht, das bei einem Produktionsdrucker verwendet wird. Ein Tintentröpfchen **300** wird aus einer Düse **220** gesprührt, und das Tröpfchen folgt nachfolgend dem Weg **310**. Der Weg **310**, dem das Tintentröpfchen **300** folgt, ist konfiguriert, um zwischen einer Licht emittierenden Diode (LED) **320** und einer Empfangsphotodiode **340** hindurchzugehen. Das Licht, das durch die Licht emittierende Diode **320** emittiert wird, wird durch eine Linse **330** kollimiert, um einen schmalen Lichtstrahl zu erzeugen, der durch die Photodiode **340** erfasst wird. Ansprechend auf das empfangene Licht erzeugt die Photodiode **340** einen Strom, der durch einen Verstärker **350** verstärkt wird. Herkömmlicherweise ist die Stromversorgung und somit die Helligkeit des Lichts, das durch die LED **320** emittiert wird, konfiguriert, um eine konstante Stromausgabe von der Photodiode **340** zu liefern.

Zum Beispiel führt eine Abnahme des Ausgangsstroms der Photodiode **340** zu einem erhöhten Strom an die LED **320**. Die sich ergebende Zunahme und Helligkeit der LED **320** erzeugt einen erhöhten Ausgangstrom der Photodiode **340**.

[0007] Wenn ein Tintentröpfchen **300**, das aus der Düse **220** abgefeuert wird, durch den schmalen Lichtstrahl zwischen der LED **320**, der Kollimatorlinse **330** und der Photodiode **340** hindurchgeht, blockiert das Tintentröpfchen **300** teilweise den Lichteingang in die Photodiode **340**, folglich nimmt der Ausgangstrom der Photodiode ab. Die Abnahme des Ausgangsstroms der Photodiode **340** wird erfasst und, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, der Eingangstrom in die LED **320** wird erhöht. Aufgrund der vergleichsweise langsamem Ansprechzeit des Purgatoriums erzeugt die Zunahme des Eingangsstroms in die LED **320** jedoch ein „Überschießen“ bei dem Ausgangstrom der Photodiode **340**. Somit soll der verstärkte Strom, der durch die Photodiode **340** in Anwesenheit eines Tintentröpfchens **300** verringert wird, eine charakteristische Pulsform **350** erzeugen. Bei einem herkömmlichen Drucker wird der charakteristische Strompuls **350**, der durch das Hindurchgehen des Tintentröpfchens **300** erzeugt wird, erfasst und durch eine Tropfenerfassungseinheit **370** gemäß dem Stand der Technik gezählt. Bei einem herkömmlichen Drucker weist ein Tropfenerfassungsprozess ein Senden eines Signals an den Druckerkopf **220**, um ein Tintentröpfchen **300** abzufeuern, und ein Versuchen auf, den sich ergebenden charakteristischen Strompuls **350** zu erfassen, der unter Verwendung der Tropfenerfassungsvorrichtung **370** gezählt wird. Die Schritte des Abfeuerns eines Tröpfchens und des Zählens des sich ergebenden charakteristischen Strompulses werden sechs Mal wiederholt. Falls vier charakteristische Pulse **350** bei den sechs Versuchen, ein Tintentröpfchen **300** zu sprühen, gezählt werden, dann wird bei einem herkömmlichen System davon ausgegangen, dass die Druckerdüse **220** korrekt funktioniert.

[0008] Aufgrund der Notwendigkeit, dass bei herkömmlichen Tropfenerfassungssystem drei getrennte optische Komponenten den kollimierten Lichtstrahl erzeugen, besteht jedoch eine größere Möglichkeit einer Fehlausrichtung zwischen den verschiedenen Komponenten. Jegliche Fehlausrichtung zwischen der LED **320**, der Kollimatorlinse **330** und der Photodiode **340** führt dazu, dass die Breite der Region, in der ein Tintentröpfchen **300** erfasst werden kann, verringert wird. Außerdem führt, da Tropfenerfassungssysteme gemäß dem Stand der Technik erfordern, dass eine Mehrzahl von Tröpfchen einzeln gesprührt und erfasst wird, dies zu einer vergleichsweise langen Erfassungszeit für eine Düse und einer Verschwendungen von Tinte.

[0009] Die US 5,430,306 (Hewlett Packard) offenbart eine optoelektronische Testvorrichtung zum Erfassen der Anwesenheit von thermischen Tintenstrahltröpfchen von einem Druckkopf. Die Vorrichtung umfasst eine Beleuchtungsquelle, eine Kollimierungsöffnung, eine Linse zum Fokussieren eines kollimierten Lichtstrahls auf einen Detektor, der varierende Beleuchtungsintensitäten zu einem variierenden elektrischen Ausgangssignal umwandelt. Das Ausgangssignal des Detektors wird durch einen Analog-Digital-Wandler (A/D) in ein Digitalsignal umgewandelt, und das digitalisierte Ausgangssignal wird als eine Reihe von Abtastwerten in einer Speichervorrichtung gespeichert. Eine Tropfenerfassung wird durch ein Auslösen bewirkt, dass ein Tintentröpfchen aus einer Stiftdüse gesprührt wird, und nach einer Verzögerung von etwa 100 μ s tritt das Tröpfchen in den kollimierten Lichtstrahl ein. Ein Verdecken des Lichteingangs in den Detektor durch das Tröpfchen bewirkt eine Abnahme des Ausgangssignals des Detektors. Der A/D-Wandler tastet das Ausgangssignal des Detektors ab und speichert die Sequenz von digitalisierten Messungen in einem Speicher. Nach einer Zeitverzögerung, die wesentlich länger als 100 μ s ist, wird ausgelöst, dass ein zweiter Tintentropfen aus der Stiftdüse ausgestoßen wird, und nach einer Verzögerung wird das Ausgangssignal des Detektors erneut digitalisiert. Diese Messungen werden für eine Sequenz von normalerweise acht Tintentröpfchen wiederholt, und ein Durchschnittszeitprofil des Ausgangssignals des Detektors wird durch einen Mikroprozessor gebildet. Es wird bestimmt, dass ein Tropfensignal vorliegt, wenn z. B. die Spitze-zu-Spitze-Spannung des Durchschnittssignals größer als ein Schwellenwert ist.

[0010] Um Rauschschwankungen auszugleichen und ein verwendbares Tropfensignal zu erhalten, ist es notwendig, die Schritte des Ausstoßens eines Tröpfchens und des Messens eines Ausgangssignals eines Detektors, wenn das Tröpfchen den Lichtstrahl hinauf umkehrt, einige Male zu wiederholen.

[0011] Da eine erhebliche Verzögerung, viel länger als 100 μ s, zwischen jedem Tintentröpfchen liegt, das aus der Stiftdüse ausgestoßen wird, ist die Zeit, die benötigt wird, um einen Druckerkopf zu testen, der eine Mehrzahl von Stiftdüsen aufweist, erheblich.

[0012] Die EP 0925929 offenbart ein Tintenabgabestatuserfassungsverfahren, bei dem einzelne Tintentröpfchen aus einer Mehrzahl von Düsen eines Druckkopfs durch einen Photosensor abgegeben werden, der eine Veränderung eines Signals erfasst, wenn die Tröpfchen einen Lichtstrahl von einer Infrarotlicht emittierenden Vorrichtung unterbrechen. Die Größe des Tintentröpfchens ist kleiner oder gleich einem Zehntel des Durch-

messers des Lichtflusses des Lichtstrahls und des Durchmessers des Sensors, so dass der Veränderungsbeitrag bei der Menge von Licht, die durch den Sensor erhalten wird, gering ist, und das Signal-Rausch-Verhältnis des erfassten Signals ist durch die Größe des Tintentröpfchens beschränkt. Einzelne Tintentröpfchen werden sequentiell eines nach dem anderen erfasst, und das Signal-Rausch-Verhältnis jedes Signalpulses wird durch die Größe des Tintentröpfchens relativ zu den Abmessungen des Lichtstrahls bestimmt. Das System erfordert auch eine sorgfältige Ausrichtung des Lichtstrahls mit dem Druckkopf.

[0013] In der EP 0622195 ist eine optische Tropfenerfassungsschaltung für einen thermischen Tintenstrahldrucker offenbart, wobei die Schaltung zum Erfassen von unterschiedlichen Größen von relativ kleinen Tintentröpfen optimiert ist. Das Vorhandensein eines Tintentropfens in einer optischen Erfassungszone bewirkt eine Verringerung des elektrischen Ausgangssignals einer Photodiode, was einen einzelnen Signalpuls für jeden Tintentropfen bewirkt. Bei diesem System gemäß dem Stand der Technik ist das Signal-Rausch-Verhältnis des Pulssignals durch die relativen Abmessungen des Tintentropfens verglichen mit den Abmessungen eines Lichtstrahls beschränkt.

[0014] Um die Verwendbarkeit von Produktionsdruckern zu verbessern, ist es wichtig, die Zeit, die zum Charakterisieren eines Druckkopfs benötigt wird, der eine Mehrzahl von Düsen aufweist, so weit wie möglich zu reduzieren. Das Problem von Charakteristika wird jedoch schwieriger, wenn die Auflösung der Drucker größer wird, wenn die Tröpfchengröße kleiner wird, da das Signal-Rausch-Verhältnis der Tropfenerfassungssignale mit abnehmender Tintentröpfchengröße abnimmt. Außerdem ist es wichtig, eine effizientere Verwendung von Drucktinte zu entwickeln.

Zusammenfassung der Erfindung

[0015] Die spezifischen Ausführungsbeispiele und Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung zielen darauf ab, die Zeit zu verringern, die benötigt wird, um eine Druckervorrichtung, die eine Mehrzahl von Tintensprühdüsen aufweist, vor einem Drucken zu testen, wodurch die Anzahl von Tests erhöht wird, die bei den Düsen durchgeführt werden, was eine verbesserte Kenntnis des Funktionierens der Mehrzahl von Tintensprühdüsen ohne ein Beeinträchtigen der Druckgeschwindigkeit derartiger Vorrichtungen ergibt, und wodurch eine Druckqualität und die Funktionslebensdauer der Mehrzahl von Tintensprühdüsen verbessert werden.

[0016] Spezifische Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung erkennen, dass durch ein Durchführen von wiederholten Messungen eines Tintentröpfchens in der Nähe einer Tropfenerfassungsvorrichtung die Anzahl von Tintentröpfchen, die abgetastet werden müssen, um eine Anzeige einer funktionierenden Druckerdüse zu liefern, verringert werden kann und somit die Zeit, die benötigt wird, um die Mehrzahl von Düsen zu prüfen, reduziert werden kann.

[0017] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird eine Tintenstrahldruckervorrichtung geliefert, die folgende Merkmale aufweist:

einen Druckerkopf, der eine Mehrzahl von Düsen (**410**) zum Ausstoßen von Tinte aufweist;
eine Einrichtung (**515, 510, 520, 530**) zum Erfassen einer vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen, die ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthalten, die aus der Mehrzahl von Düsen (**410**) ausgestoßen werden, wobei die Erfassungseinrichtung wirksam ist, um einen Ausgangssignalpuls ansprechend auf die erfasste vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zu erzeugen; und

eine Einrichtung zum Durchführen einer Messung an jedem Ausgangssignalpuls der Erfassungseinrichtung (**540, 560**), dadurch gekennzeichnet, dass:

die Messeinrichtung für jede Düse Messungen an einem Ausgangssignalpuls durchführt, der ansprechend auf die erfasste vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen, die ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthalten, erzeugt wird, wobei die Sequenz von Tintentröpfchen derart zeitlich abgestimmt ist, dass alle Tintentröpfchen in der vorbestimmten Sequenz gleichzeitig in einer Erfassungsregion der Erfassungseinrichtung angeordnet sind.

[0018] In dem Fall einer Düse, die schwarze Tinte ausstößt, ist die Anzahl von erfassten Tintentröpfchen pro jeder Düse bevorzugt 2. In dem Fall einer Düse, die Tinte einer anderen Farbe als Schwarz ausstößt, ist die Anzahl von erfassten Tintentröpfchen pro jeder Düse bevorzugt 4. In jedem Fall wird die Düse unabhängig von der Anzahl von ausgestoßenen Tintentropfen auf der Basis eines vorbestimmten Tintenvolumens charakterisiert, das aus der Düse ausgestoßen wird. Dieses vorbestimmte Volumen kann als ein, zwei, vier oder eine andere Anzahl von einzelnen Tröpfchen ausgestoßen werden.

[0019] Geeigneterweise weist die Einrichtung zum Durchführen von Messungen eine Digitalabtasteinrichtung

auf, die wirksam ist, um eine Sequenz einer Mehrzahl von Digitalabtastsignalen zu erzeugen, von denen jedes quantisiert ist, um eine Amplitude eines Teils des Ausgangssignalpulses darzustellen. Die Abtasteinrichtung führt bevorzugt eine Sequenz von abgetasteten Messungen bei einem Ausgangssignalpuls mit einer Abtastrate in dem Bereich von 30 kHz bis 50 kHz durch. Es wurde festgestellt, dass eine Abtastperiode zwischen Abtastwerten in dem Bereich von 12 μ s bis 50 μ s optimal ist, und bei der besten Ausführung wird hier eine Abtastperiode von 25 μ s angewendet. Die Erfassungseinrichtung ist wirksam, um einen Analogausgangssignalpuls auszugeben, der eine Amplitudenstörung aufweist, die einen ersten Teil einer niedrigeren Amplitude als ein Dauerzustandsamplitudenausgangssignal der Erfassungseinrichtung und einen zweiten Amplitudenteil einer höheren Amplitude als das Dauerzustandsamplitudenausgangssignal aufweist.

[0020] Bevorzugt weist die Erfassungseinrichtung folgende Merkmale auf: ein Emittierelement, das konfiguriert ist, um ein Lichtsignal (540) zu emittieren; ein Empfangselement, das konfiguriert ist, um das Lichtsignal (560) zu empfangen; und eine Einrichtung zum starren Anordnen des Emittierelements bezüglich des Empfangselements (450, 460, 470).

[0021] Geeigneterweise weist ein Tintenstrahldrucker folgende Merkmale auf: ein längliches starres Verbindungsbauglied (470), das ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist; ein erstes Gehäuse (460), das zum Befestigen einer Emittierzvorrichtung angeordnet ist, wobei das erste Gehäuse starr an dem ersten Ende des länglichen starren Verbindungsbauglieds angebracht ist; und ein zweites Gehäuse (450), das zum Befestigen einer Detektorvorrichtung angeordnet ist, wobei das zweite Gehäuse starr an dem zweiten Ende des länglichen starren Verbindungsbauglieds angebracht ist, wobei der Druckerkopf bezüglich des ersten Gehäuses und des zweiten Gehäuses derart angeordnet ist, dass zumindest ein Tintentröpfchen, das aus einer Düse (410) der Mehrzahl von Düsen des Druckerkopfes ausgestoßen wird, zwischen dem ersten Gehäuse und dem zweiten Gehäuse in einer Bahn hindurchgeht, die einen Strahlweg zwischen der Emittierzvorrichtung und der Detektorvorrichtung schneidet.

[0022] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Bestimmen einer Betriebscharakteristik einer Düse (410) eines Druckkopfs einer Tintenstrahldruckervorrichtung, die eine Tintentropfenerfassungseinrichtung aufweist, wobei die Düse konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Tintentropfen auszustoßen, geliefert, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
 Senden einer Anweisung an den Druckkopf, eine vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen aus der Düse auszustoßen, wobei die vorbestimmte Sequenz von Tröpfchen ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthält;
 Erzeugen eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung, wobei das Ausgangssignal ansprechend auf die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen erzeugt wird;
 Messen des Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; und
 Bestimmen der Betriebscharakteristik der Düse aus dem Ausgangssignal,
 dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zeitlich derart abgestimmt ist, dass das ganze vorbestimmte Tintenvolumen gleichzeitig erfasst wird.

[0023] Bevorzugt liegt das vorbestimmte Tintenvolumen in dem Bereich von 30 Pikolitern bis 100 Pikolitern.

[0024] Wie es im Vorhergehenden erwähnt ist, weist die vorbestimmte Sequenz in dem Fall von schwarzer Tinte geeignet zwei aufeinander folgend freigegebene Tintentropfen auf, und bei einer anderen Tintenfarbe als Schwarz weist die vorbestimmte Sequenz bevorzugt vier aufeinander folgend freigegebene Tintentropfen auf.

[0025] Der Schritt des Messens des Ausgangssignals weist bevorzugt ein Abtasten des Signals mit einer Abtastfrequenz in dem Bereich von 30 kHz bis 50 kHz auf. Eine Abtastperiode zwischen aufeinander folgenden Abtastwerten liegt bevorzugt in dem Bereich von 12 μ s bis 50 μ s und optimal in der Größenordnung von 25 μ s.

[0026] Bevorzugt weist der Schritt des Messens des Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung für jedes einer Mehrzahl der Tintentröpfchen folgende Schritte auf: eine feste Zeitperiode Warten, nachdem eine Anweisung an den Druckkopf gesendet worden ist; Durchführen einer Sequenz von Messungen bei dem Ausgangssignal der Tintentropfenerfassungseinrichtung, wobei die Sequenz von Messungen das Ausgangssignal der Tintentropfenerfassungseinrichtung bei einer Mehrzahl von Zeitintervallen misst.

[0027] Bevorzugt weist der Schritt des Bestimmens der Betriebscharakteristik ein Analysieren einer Sequenz von zumindest einer Störung des Ausgangssignals auf, die ansprechend darauf erzeugt wird, dass ein vorbestimmtes Tintenvolumen an der Erfassungseinrichtung vorbeigeht.

[0028] Bevorzugt weist der Schritt des Bestimmens der Betriebscharakteristika der Düse für jedes Tinten-

tröpfchen folgende Schritte auf: Identifizieren eines größten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; Identifizieren eines kleinsten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; und Subtrahieren des kleinsten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung von dem größten Wert eines Ausgangssignalpegels der Tintentropfenerfassungseinrichtung.

[0029] Bevorzugt weist der Schritt des Bestimmens einer Betriebscharakteristik einer Düse folgende Schritte auf: Bestimmen eines Werts einer Störung des Ausgangssignals; und Vergleichen des Werts der Störung mit einem Schwellenwert, wobei der Schwellenwert auf zumindest sechs Standardabweichungen über einem durchschnittlichen Rauschpegel des Ausgangssignals gesetzt ist.

[0030] Bevorzugt ist das Gesamtvolumen der vorbestimmten Sequenz von zumindest einem Tintentröpfchen, das an der Tintentropfenerfassungseinrichtung vorbeigeht, konfiguriert, um in einem Volumenbereich zu liegen, der ein Ausgangssignal erzeugt, das einen Spitze-zu-Spitze-Störungswert von zumindest sechs Standardabweichungen über einem Rauschpegel des Ausgangssignals aufweist.

[0031] Geeignet liegt das Volumen der vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen im Wesentlichen in einem Bereich von 30 bis 100 Pikolitern. Die vorbestimmte Anzahl von Tröpfchen kann aus einer Düse mit einer im Wesentlichen konstanten Ausstoßfrequenz ausgestoßen werden.

[0032] Der Druckkopf kann eine Mehrzahl von Düsen aufweisen, und die Verfahrensschritte können für jede Düse der Mehrzahl von Düsen wiederholt werden.

[0033] Der Verfahrensdruckkopf kann eine Mehrzahl von Düsen aufweisen, und das Verfahren kann folgende Schritte aufweisen:

- i. Auswählen einer Düse der Mehrzahl von Düsen;
- ii. Erzeugen eines Signals zum Anweisen der Düse, eine vorbestimmte Sequenz einer Mehrzahl von Tintentröpfchen auszustoßen, wobei die Sequenz von Tintentröpfchen zeitlich derart abgestimmt ist, dass alle Tintentröpfchen in der vorbestimmten Sequenz gleichzeitig in einer Erfassungsregion einer Detektorvorrichtung angeordnet sind;
- iii. kontinuierliches Überwachen eines Analogausgangssignals einer Detektorvorrichtung, die zum Erfassen eines Hindurchgehens der vorbestimmten Sequenz von zumindest einem Tröpfchen durch einen Lichtstrahl konfiguriert ist;
- iv. Digitalisieren des Analogausgangssignals;
- v. Abtasten des Analogausgangssignals, um einen Satz von quantisierten Digitalabtastwerten des Ausgangssignals zu erzeugen;
- vi. Bestimmen eines Minimalpegels des Ausgangssignals aus dem Satz von quantisierten Abtastwerten;
- vii. Bestimmen eines Maximalpegels des Ausgangssignals aus den quantisierten digitalisierten Abtastwerten;
- viii. Bestimmen eines Differenzwerts zwischen dem Maximal- und dem Minimalpegel;
- ix. Vergleichen des Differenzwerts mit einem vorbestimmten Schwellenpegel; und
- x. abhängig von einem Ergebnis des Differenzwerts Bestimmen, ob die Düse zufriedenstellend ist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0034] Für ein besseres Verständnis der Erfindung, und um zu zeigen, wie dieselbe ausgeführt werden kann, werden nun nur als Beispiele spezifische Ausführungsbeispiele, Verfahren und Prozesse gemäß der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

[0035] [Fig. 4](#) eine verbesserte Tropfenerfassungsvorrichtung gemäß einer spezifischen Implementierung der vorliegenden Erfindung;

[0036] [Fig. 5](#) schematisch eine Übersicht der Funktionsblöcke der verbesserten Tropfenerfassung gemäß einem spezifischen Verfahren der vorliegenden Erfindung;

[0037] [Fig. 6](#) beispielhaft ein Ausgangssignal einer Tropfenerfassungsvorrichtung gemäß einer spezifischen Implementierung der vorliegenden Erfindung vor einer Analog-Digital-Umwandlung;

[0038] [Fig. 7](#) graphisch eine Region, die in die Tropfenerfassungsuverlässigkeitsspezifikation fällt (schräferte Region); das Tropfenerfassungs-Spitze-zu-Spitze-Signal (dicke Linie); und das Rausch-Spitze-zu-Spitze-Signal (dünne Linie) gemäß einer spezifischen Implementierung der vorliegenden Erfindung;

[0039] [Fig. 8](#) schematisch verallgemeinerte Prozessschritte, die bei einer Tropfenerfassung beteiligt sind, die vor einem Drucken einer Seite durchgeführt werden, gemäß einem spezifischen Verfahren der vorliegenden Erfindung;

[0040] [Fig. 9](#) schematisch genauer Schritte, die bei einer Tropfenerfassung beteiligt sind, gemäß einem spezifischen Verfahren der vorliegenden Erfindung; und

[0041] [Fig. 10](#) schematisch genauer weitere Schritte, die bei einer Tropfenerfassung beteiligt sind, gemäß einem spezifischen Verfahren der vorliegenden Erfindung.

Detaillierte Beschreibung des besten Modus zum Ausführen der Erfindung

[0042] Es wird nun beispielhaft der beste Modus beschrieben, der von den Erfindern zur Ausführung der Erfindung in Betracht gezogen wurde. Bei der folgenden Beschreibung werden zahlreiche spezifische Details dargelegt, um ein gründliches Verständnis der vorliegenden Erfindung zu liefern.

[0043] Spezifische Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, die hier beschrieben sind, sind auf Druckervorrichtungen gerichtet, die einen Druckerkopf aufweisen, der eine Mehrzahl von Düsen aufweist, wobei jede Düse der Mehrzahl von Düsen konfiguriert ist, um einen Strom von Tintentröpfchen zu versprühen. Ein Drucken auf ein Druckmedium wird durch ein Bewegen des Druckerkopfs in zueinander orthogonalen Richtungen zwischen Druckoperationen durchgeführt, wie es hier bereits beschrieben ist. Es ist jedoch für Fachleute ersichtlich, dass allgemeine Verfahren, die in den hier angeführten Ansprüchen offenbart und identifiziert sind, nicht auf Druckervorrichtungen, die eine Mehrzahl von Düsen aufweisen, oder Druckervorrichtungen mit sich bewegenden Druckköpfen beschränkt sind.

[0044] Unter Bezugnahme auf [Fig. 4](#) ist schematisch ein Druckerkopf und eine verbesserte Tropfenerfassungsvorrichtung gemäß spezifischen Ausführungsbeispielen der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Ein Druckerkopf **400** weist eine Anordnung von Druckerdüsen **410** auf. Bevorzugt ist der Druckerkopf **400** aus zwei Reihen von Druckerdüsen **410** gebildet, wobei jede Reihe **524** Druckerdüsen enthält. Gemäß einem spezifischen Verfahren der vorliegenden Erfindung sind die Druckerdüsen in einer ersten Reihe mit ungeraden Zahlen bezeichnet und die Druckerdüsen in einer zweiten Reihe sind mit geraden Zahlen bezeichnet. Bevorzugt liegt ein Abstand **490** zwischen entsprechenden Düsen der ersten und der zweiten Reihe in der Größenordnung von 4 mm, und ein Abstand zwischen benachbarten Druckerdüsen **495** in einer gleichen Reihe beträgt 0,0847 mm (2/600 Zoll). Es besteht ein Versatz von 0,0423 mm (1/600 Zoll) zwischen unmittelbar benachbarten Düsen in der ersten und zweiten Reihe des Druckerkopfes, was eine gedruckte Auflösung von 600 Punkten pro 25,4 mm (1 Zoll) ergibt.

[0045] Der Druckerkopf **400** ist konfiguriert, um auf ein Empfangen einer Anweisung von dem Drucker hin ein einziges Tintentröpfchen **480** aus einer einzigen Düse der Mehrzahl von Düsen zu sprühen oder auszustoßen.

[0046] Jede Düse **410** der Mehrzahl von Düsen, die den Druckerkopf **400** bilden, sind gemäß der hier präsentierten besten Ausführung konfigurierbar, um eine Sequenz von Tintentröpfchen ansprechend auf eine Anweisung von der Druckervorrichtung freizugeben. Zusätzlich zu dem Druckerkopf **400** ist auch eine Tintentröpfchenerfassungseinrichtung enthalten, die ein Gehäuse **460**, das eine Hochintensitätsinfrarotlicht emittierende Diode enthält; ein Detektorgehäuse **450**, das einen Photodiodendetektor enthält, und ein längliches, im Wesentlichen gerades starres Bauglied **470** aufweist. Das Emittergehäuse **460**, der Balken **470** und das Detektorgehäuse **450** weisen alle eine starre Anordnungseinrichtung auf, die konfiguriert ist, um aktiv die Hochintensitätsinfrarotlicht emittierende Diode bezüglich des Photodiodendetektors anzurondern.

[0047] Der Druckerkopf **400** und die starren Anordnungseinrichtungen **460**, **470** und **450** sind zueinander derart ausgerichtet, dass ein Weg, dem ein Tintentröpfchen **480** folgt, das aus einer Düse der Mehrzahl von Düsen, die den Druckerkopf **400** bilden, gesprührt wird, zwischen dem Emittergehäuse **460** und dem Detektorgehäuse **450** hindurchgeht.

[0048] Die Hochintensitätsinfrarotlicht emittierende Diode, die in dem Emittergehäuse **460** enthalten ist, ist in eine transparente Kunststoffmaterialverkleidung eingekapselt. Die transparente Kunststoffmaterialverkleidung ist konfiguriert, um das Licht, das durch die Diode emittiert wird, in einen Lichtstrahl zu kollimieren. Gemäß der hier beschriebenen besten Ausführung verlässt der kollimierte Lichtstrahl, der durch die Hochintensitätsinfrarot-LED emittiert wird, die in dem Emittergehäuse **460** enthalten ist, das Emittergehäuse über eine Öffnung **461**. Der kollimierte Lichtstrahl von dem Emittergehäuse **460** wird in das Detektorgehäuse

450 mittels einer Öffnung **451** eingelassen. Der Lichtstrahl, der in das Detektorgehäuse **450** eingelassen wird, beleuchtet den Photodiodendetektor, der in dem Detektorgehäuse **450** enthalten ist. Ein Tintentröpfchen **480**, das aus einer Düse **410** gesprührt wird, das in den kollimierten Lichtstrahl eintritt, der sich zwischen den Öffnungen **461** und **451** erstreckt, verursacht eine Abnahme der Lichtmenge, die in die Öffnung **451** eintritt und somit die Photodiode trifft, die in dem Detektorgehäuse **450** enthalten ist. Tintentröpfchen werden nur erfasst, falls dieselben durch eine effektive Erfassungszone in dem kollimierten Lichtstrahl hindurchgehen, die eine schmalere Breite aufweist als eine Breite des kollimierten Lichtstrahls. Bevorzugt beträgt die Breite der effektiven Erfassungszone **462** 2 mm. Eine Breite **463** der Emittergehäuseöffnung **461** und eine gleiche Breite der Detektorgehäuseöffnung **451** betragen bevorzugt 1,7 mm. Bevorzugt liegt eine Hauptlänge des kollimierten Lichtstrahls quer zu und im Wesentlichen senkrecht zu der Abfeuerrichtung der Düsen des Druckerkopfs.

[0049] Bevorzugt werden Tintentröpfchen von den Düsen mit einer Anfangsgeschwindigkeit in dem Bereich von 10–6 m pro Sekunde eingespritzt. Aufgrund von Wirkungen des Luftwiderstands wird die Anfangsgeschwindigkeit der Tintentröpfchen, die die Düsen verlassen, zunehmend verringert, je weiter jedes Tintentröpfchen sich von dem Druckerkopf weg bewegt. Eine Sequenz von vier Tintentröpfchen, die von einer Düse abgefeuert werden, wobei die Tröpfchen eine Anfangsgeschwindigkeit von 16 m pro Sekunde aufweisen und eine Verzögerung zwischen dem Abfeuern jedes Tröpfchens von 83 μ s vorliegt, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, würde einen Gesamtabstand von dem ersten Tintentröpfchen zu dem vierten Tintentröpfchen von etwa 4 mm belegen, unmittelbar nachdem das vierte Tröpfchen aus der Düse ausgestoßen worden ist. Falls der Abstand zwischen dem ersten Tintentröpfchen und dem vierten Tintentröpfchen einer Sequenz von Tintentröpfchen, die aus einer Düse abgefeuert werden, jedoch größer als die Breite der effektiven Erfassungszone in dem kollimierten Lichtstrahl ist, dann können einige Tröpfchen unerfasst bleiben. Eine Folge der fortschreitenden Verlangsamung einer Sequenz von Tintentröpfchen, die aus einer Düse abgefeuert werden, aufgrund des Luftwiderstands besteht darin, dass der Abstand zwischen jedem Tröpfchen der Sequenz von Tröpfchen abnimmt.

[0050] Um die Wahrscheinlichkeit des Erfassens jedes Tröpfchens, die die Sequenz von Tröpfchen bilden, die aus einer Düse abgefeuert werden, zu maximieren, ist es wichtig, dass die Breite der effektiven Erfassungszone größer ist als der entsprechende Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Tröpfchen, wenn die Tröpfchen durch die effektive Erfassungszone hindurchgehen. Der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Tröpfchen der Sequenz von Tröpfchen in der effektiven Erfassungszone wird durch Parameter bestimmt, die Folgendes umfassen:

- die Anfangsausstoßgeschwindigkeit von Tintentröpfchen aus einer Düse in dem Druckerkopf; und
- den Abstand von einem Düsenausgang eines Druckerkopfs und der effektiven Erfassungszone.

[0051] Bei einer gegebenen Anfangsausstoßgeschwindigkeit von Tröpfchen, die Düsen des Druckerkopfes verlassen, gilt, dass die effektive Erfassungszone um so breiter sein muss, je näher der Druckerkopf zu der effektiven Erfassungszone bewegt wird. Ein Vergrößern der Breite der effektiven Erfassungszone macht jedoch eine proportionale Zunahme der Zeit zwischen einem Abfeuern eines Tintentröpfchens von benachbarten Düsen notwendig, wodurch die Gesamtzeit erhöht wird, die erforderlich ist, um eine Tropfenerfassung gemäß der hier präsentierten besten Ausführung durchzuführen. Falls umgekehrt der Abstand zwischen dem Druckerkopf und der effektiven Erfassungszone zu groß ist, dann kann der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Tintentröpfchen der Sequenz von Tintentröpfchen bei einer gegebenen Breite der effektiven Erfassungszone wesentlich kleiner sein als diese gegebene Breite, und somit besteht eine Möglichkeit, dass ein Tröpfchen, das von einer benachbarten Düse abgefeuert wird, fälschlicherweise gleichzeitig mit der Sequenz von Tintentröpfchen erfasst werden könnte, die aus der Düse ausgestoßen wird, die gegenwärtig getestet wird. Zusätzlich erhöht ein Vergrößern des Abstands zwischen dem Druckerkopf und der effektiven Erfassungszone erneut eine Zeitdauer zwischen Sequenzen von Tintentröpfchen von benachbarten Düsen des Druckerkopfes, wodurch die Gesamtzeit erhöht wird, die vor einer Tropfenerfassung erforderlich ist. Somit ist es notwendig, die verschiedenen Parameter, z. B. Effektiverfassungszonenbreite und Abstand von dem Druckerkopf zu der effektiven Erfassungszone, zu optimieren, um die Wahrscheinlichkeit eines gleichzeitigen Erfassens von Tröpfchen zu minimieren, die aus Nachbardüsen des Druckerkopfes ausgestoßen werden, während ebenfalls die Gesamtzeit minimiert wird, die benötigt wird, um eine Tropfenerfassung durchzuführen. Die Optimierung kann experimentell durchgeführt werden.

[0052] Unter Bezugnahme auf [Fig. 5](#) sind schematisch die Funktionsblöcke veranschaulicht, die die verbesserte Tropfenerfassung gemäß der besten Ausführung, die hier präsentiert ist, bilden. Eine Hochintensitätsinfrarot-LED **540** emittiert Licht **500**, das durch einen Photodiodendetektor **560** absorbiert wird. Der Ausgangstrom des Photodiodendetektors **560** wird durch einen Verstärker **510** verstärkt. Außerdem ist der Verstärker **510** konfiguriert, um einen Treiberstrom zu der Hochintensitätsinfrarot-LED **540** ansprechend auf eine Abnah-

me eines Ausgangsstroms des Photodiodendetektors **560** zu erhöhen und einen Eingangsstrom in die Hochintensitätsinfrarot-LED **540** ansprechend auf eine Zunahme des Ausgangsstroms des Photodiodendetektors **560** über einen Signalweg **515** zu verringern. Ein verstärkter Ausgangsstrom des Verstärkers **510** wird dann in einen Analog-Digital-(A/D-)Wandler **520** eingegeben. Der A/D-Wandler **520** tastet das verstärkte Ausgangssignal der Photodiode ab. Bevorzugt tastet der A/D-Wandler **520** den verstärkten Ausgangsstrom **64** Mal mit einer Abtastfrequenz von 40 kHz ab. Die Periode zwischen Abtastwerten beträgt bevorzugt 25 μ s, was eine Gesamtlaufzeit von 1,6 Millisekunden ergibt. Die 64 Abtastwerte des Ausgangssignals der Photodiode **560** werden in einer Speichervorrichtung in einer Tropfenerfassungseinheit **530** gespeichert.

[0053] Gemäß der hier präsentierten besten Ausführung verarbeitet die Tropfenerfassungseinheit **530** den abgetasteten Ausgangsstrom des Photodiodendetektors **560**, um zu bestimmen, ob ein Tintentröpfchen den kollinierten Lichtstrahl zwischen der Hochintensitätsinfrarot-LED **540** und dem Photodiodendetektor **560** gekreuzt hat oder nicht.

[0054] Eine Analyse des Ausgangsstroms des Photodiodendetektors **560** ermöglicht, dass Betriebscharakteristika der Druckerdüsen bestimmt werden.

[0055] Die Tropfenerfassungseinheit **530** kann auch konfiguriert sein, um in einer Speichervorrichtung eine Anzeige zu speichern, ob eine Düse der Mehrzahl von Düsen, die den Druckerkopf **400** bilden, „gut“ oder „schlecht“ ist oder nicht.

[0056] Gemäß der hier präsentierten besten Ausführung prüft die Druckervorrichtung vor einem Drucken einer Seite die Düsen, die den Druckerkopf **400** bilden, durch ein Durchführen einer Sequenz von Operationen, die im Folgenden als Tropfenerfassung bekannt sind. Jede Düse in einer Reihe von Düsen versprüht der Reihe nach eine vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen derart, dass immer nur eine Düse gleichzeitig Tintentröpfchen versprüht. Jede Düse in der Mehrzahl von Düsen, die den Druckerkopf bilden, ist eindeutig durch eine Zahl identifiziert. Bevorzugt ist eine erste Reihe von Düsen durch eine zusammenhängende Reihe von ungeraden Zahlen zwischen 1 und **523** identifiziert, und eine zweite Reihe von Düsen ist durch eine zusammenhängende Reihe von geraden Zahlen zwischen 2 und **524** identifiziert. Während einer Tropfenerfassung versprühen die Düsen mit ungeraden Zahlen in einer Reihe jede eine vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen, und dann wird der Druckerkopf **400** bewegt, um die zweite Reihe von Düsen in Linie mit der effektiven Erfassungszone **462** zu bringen. Jede Düse mit einer geraden Zahl versprüht wiederum eine gleiche vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen.

[0057] Um die Signalausgabe des Photodiodendetektors zu maximieren, wird die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zeitlich derart abgestimmt, dass alle Tintentröpfchen in der vorbestimmten Sequenz sich im Wesentlichen dem gleichen Moment in dem kollinierten Lichtstrahl befinden. Um ein Signal an dem Ausgang des Photodiodendetektors **560** zu erzeugen, das von dem Hintergrundrauschen unterscheidbar ist, gibt es ein Minimaltintenvolumen, das gleichzeitig den kollinierten Lichtstrahl verdecken muss. Bevorzugt liegt das Gesamtvolumen der Tintentröpfchen, die gleichzeitig in dem kollinierten Lichtstrahl angeordnet sind, in dem Bereich von 30 bis 100 pl. Somit weist bei einem monotonen Stift eines Druckers, der ein Tintentröpfchen erzeugt, das ein Volumen von 35 pl aufweist, die vorbestimmte Sequenz zwei Tintentröpfchen auf, die durch eine Periode von 83 μ s getrennt sind. Die Operation des Sprühens einer vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen ist auch als „Auswerfen“ bekannt. Die Zeitspanne von 83 μ s entspricht einer Auswerffrequenz von 12 kHz. Die Auswerffrequenz ist hier auch als eine Ausstoßfrequenz bekannt. Bei Druckervorrichtungen, die konfiguriert sind, um Farbdrucke zu erzeugen, weist jedes Tintentröpfchen ein Volumen von 11 Pikolitern auf, und somit dient die Anzahl von Tröpfchen, die gleichzeitig in dem kollinierten Lichtstrahl liegen müssen, zum Ergeben eines Gesamtintentröpfchenvolumens in dem Lichtstrahl von 44 Pikolitern. Bevorzugt beträgt die Auswerffrequenz für Tintentröpfchen bei Druckervorrichtungen, die konfiguriert sind, um Farbdrucke zu erzeugen, 12 kHz. Fachleute werden erkennen, dass ein allgemeines Verfahren, das hier offenbart ist, bei Druckervorrichtungen angewandt werden kann, die andere Tintentröpfchenvolumen und Auswerffrequenzen aufweisen.

[0058] Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) ist graphisch beispielhaft ein Ausgangssignal eines A/D-Wandlers **520** veranschaulicht, das ein Signal **610** veranschaulicht, das durch ein einziges Tröpfchen der vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen erzeugt wird, die den kollinierten Lichtstrahl zwischen der Hochintensitätsinfrarot-LED **540** und der Photodiode **560** kreuzen. Unter Bezugnahme auf [Fig. 6](#) wird bei Zeit 0 Millisekunden (ms) ein erstes Tröpfchen einer vorbestimmten Sequenz von Tröpfchen aus einer Düse gesprührt. Nach einer Verzögerung von 0,2 ms, um zu ermöglichen, dass sich die Tröpfchen von der Düse zu dem kollinierten Lichtstrahl bewegen. Der A/D-Wandler **520** beginnt ein Abtasten des verstärkten Ausgangssignals des Photodiodendetektors **560**. Die Zeitverzögerung von 0,2 ms ist auch als Flugzeit bekannt. Von etwa 0,4 bis 0,6 ms fällt das

Ausgangssignal des Photodiodendetektors **560** ab, wenn die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen Licht blockiert, das in die Photodiode eintritt. Bei etwa 0,65 ms nimmt das abgetastete Ausgangssignal des Photodiodendetektors **560** ansprechend auf einen erhöhten Eingangsstrom in die Hochintensitätsinfrarot-LED **540** infolge eines verringerten Ausgangsstroms des Photodiodendetektors **560**, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, zu. Das Analogausgangssignal des Verstärkers **510** wird periodisch mit einer Abtastfrequenz in dem Bereich von 30 kHz bis 50 kHz und bevorzugt mit 40 kHz durch den Analog-Digital-Wandler **520** abgetastet. Die Tropfenerfassungseinheit **530** gibt einen Strom von 64 Digitalabtastwerten variabler Amplitude, die das Pulssignal **510** darstellen, das sich aus dem Vorbeigehen des Tintentropfens an dem Detektor ergibt, ein. Eine Quantisierung des Amplitudenelements des Pulssignals kann bei dem A/D-Wandler **520** oder bei dem Tropfendetektor **530** implementiert werden, um ein Amplitudenmaß jedes Abtastwerts der 64 Abtastwerte des einzelnen Pulssignals zu erzeugen, das sich aus dem Tintentropfen ergibt. Das Spitz-zu-Spitze-Signal **620** entspricht einer Differenz zwischen einer höchsten Anzahl von abgetasteten Zählwerten und einer niedrigsten Anzahl von abgetasteten Zählwerten, wobei ein Zählwert eine Quantisierungseinheit von Strom oder Spannung des Detektorausgangssignals ist. Bevorzugt quantisiert der A/D-Wandler **520** den Strom oder die Spannung des Detektorausgangssignals zu einem 8-Bit-Digitalsignal. Somit kann gemäß der hier präsentierten besten Ausführung der Strom oder die Spannung des Detektorausgangssignals durch ein Maximum von 256 Zählwerten dargestellt werden.

[0059] Es wird bestimmt, dass eine Düse korrekt funktioniert, wenn nach einem Sprühen von einem oder einer Mehrzahl von Tintentröpfchen in einer vorbestimmten Sequenz aus der Düse der Spitz-zu-Spitze-Signalpegel, der sich aus einem oder einer Mehrzahl von Tintentröpfchen ergibt, größer als ein Schwellenwert ist. Es ist wichtig, einen Schwellenpegel zu wählen, der außerhalb des Bereichs der natürlichen Veränderlichkeit der gemessenen Spitz-zu-Spitze-Amplitudenschwankung des Detektorausgangssignals **620** liegt und der auch außerhalb des Bereichs der Veränderlichkeit des Rauschens liegt, das z. B. durch die Photodiode **560** und den Verstärker **510** in das System eingeführt wird.

[0060] Unter Bezugnahme auf [Fig. 7](#) sind graphisch typische A/D-Zählwerte für Spitz-zu-Spitze-Signale **730** für die Mehrzahl von Düsen, die einen Druckkopf bilden, ein durchschnittlicher Rauschpegel für ein Rauschen, das durch die Photodiode usw. eingeführt wird **710**, und eine schraffierte Region **720** dargestellt, die den Bereich von Schwellenwerten darstellt, die bei dem Tropfenerfassungsalgorithmus verwendet werden könnten. Die aufgetragene Linie **730** stellt für jede Düse eine Spitz-zu-Spitze-Amplitude von ein oder mehr Signalen dar, die einem oder mehr Tintentröpfchen entsprechen, die aus der Düse ausgestoßen werden. Bei einer optimalen Implementierung ist es ein Ziel, eine zuverlässige Spitz-zu-Spitze-Ablesung von einem einzigen Signalpuls zu erhalten, der durch ein Hindurchgehen eines einzigen Tintentröpfchens erzeugt wird, das aus einer Düse ausgestoßen wird, so dass ein zuverlässiger Druckkopftest davon erhalten werden kann, dass nur ein Tintentröpfchen pro Düse ausgestoßen wird. Somit würde bei der Beispieldüsencharakteristik von [Fig. 7](#) im Idealfall die aufgetragene Linie **730** der Spitz-zu-Spitze-Signale für einen 525-Düsen-Druckkopf durch **525** Tintentröpfchen (eines pro Düse) und **525** entsprechende Pulssignale **610**, die jedes zu 64 quantisierten Abtastwerten abgetastet werden, erzeugt. Das Signal-Rausch-Verhältnis des erfassten Signals für ein einziges Tröpfchen hängt jedoch von dem Volumen des Tintentröpfchens ab. Je größer das Tintentröpfchen ist, desto besser ist das Signal-Rausch-Verhältnis. Um eine verbesserte Zuverlässigkeit auf Kosten der Geschwindigkeit des Testens zu erreichen, kann die Druckkopfcharakteristik **730** durch ein Mitteln des Spitz-zu-Spitze-Signals einer Mehrzahl von Pulsen, die durch eine entsprechende Mehrzahl von Tröpfchen erzeugt werden, die aus der Düse ausgestoßen werden, für jede Düse erzeugt werden. Bei der hier präsentierten besten Ausführung werden zwei Pulse pro Druckdüse in einer Testsequenz ausgestoßen, also wird für einen 525-Düsen-Druckkopf die Druckkopfcharakteristik **730** durch ein Analysieren von 1.050 Tintentröpfchen, jedes mit einem Volumen von 35 Pikolitern, erzeugt. Alternativ dazu müssen bei einem Reduzieren des Tröpfchenvolumens auf 11 Pikoliter vier Tintentröpfchen pro Düse ausgestoßen und erfasst werden, um ein durchschnittliches Spitz-zu-Spitze-Pulsantwortsignal für jede Düse zu bestimmen. Somit werden bei 11-Pikoliter-Tröpfchen bei einem 525-Düsen-Array 2100 einzelne Tintentröpfchen in einer Testsequenz, vier pro Düse, ausgestoßen, um eine Druckkopfcharakteristik **730** zu liefern, die ausreichend von dem Hintergrundrauschen getrennt ist, wobei das Spitz-zu-Spitze-Signal für jede Düse aus einer Mehrzahl von Signalpulsen bestimmt wird, die durch eine Mehrzahl von Tintentröpfchen erzeugt werden, die aus der Düse ausgestoßen werden.

[0061] Bevorzugt beträgt der Schwellenwert der Spitz-zu-Spitze-Anzahl von Zählwerten, die verwendet werden, um zu bestimmen, ob eine Düse korrekt funktioniert oder nicht, 45 A/D-Zählwerte. Dieser Schwellenwert wird durch ein Verwenden der folgenden Einschränkungen eingerichtet:

1. Die Wahrscheinlichkeit eines inkorrekten Erfassens eines guten Tropfens von dem Rauschpegel ist geringer als 0,001 Teile je Million. Um diese Spezifikation zu erreichen, sollte der Schwellenpegel bevorzugt auf zumindest sechs Standardabweichungen über dem durchschnittlichen Rauschpegel gesetzt werden.

Dies ergibt einen Minimalschwellenpegel von etwa 25 A/D-Zählwerten.

2. Die Wahrscheinlichkeit eines inkorrektens Übersehens einer korrekt funktionierenden Düse ist geringer als ein Teil je Million. Um diese Spezifikation zu erreichen, muss der Schwellenpegel um fünf Standardabweichungen unter dem mittleren Spitze-zu-Spitze-Signalpegel liegen. Dies ergibt einen Maximalschwellenpegel von etwa 55 A/D-Zählwerten.

[0062] Somit liegt die Wahl eines Schwellenpegels von 45 A/D-Zählwerten etwa in der Mitte zwischen einem Maximal- und einem Minimalschwellenpegel, wobei die Maximal- und Minimalwerte unter der Annahme berechnet werden, dass sowohl der Rauschpegel als auch Spitze-zu-Spitze-Zählwerte normal verteilt sind.

[0063] Unter Bezugnahme auf Tabelle 1 sind wichtige Parameter gemäß der hier beschriebenen besten Ausführung zusammengefasst.

Tabelle 1

Tropfenerfassungs-algorithmusparameter	Wert
Anzahl von abgefeuerten Tropfen pro Düse	2 x 35 pl / 4 x 11 pl
Auswerffrequenz	12 kHz
Signalabtastfrequenz	40 kHz
Gesamtanzahl von Abtastwerten	64
Flugzeit	0,2 ms
Erfassungsschwelle	45 A/D

[0064] Unter Bezugnahme auf [Fig. 8](#) ist schematisch ein Blockdiagramm der Schritte veranschaulicht, die erfolgen, wenn eine Druckervorrichtung Anweisungssignale empfängt, gemäß der hier beschriebenen besten Ausführung zu drucken. Es sei darauf hingewiesen, dass der Druckkopf durch eine Reihe von Signalen gesteuert wird, die durch eine Druckkopftreibervorrichtung erzeugt werden. Die Druckkopftreibervorrichtung weist einen Prozessor und einen zugeordneten Speicher auf, die gemäß einem Satz von Algorithmen wirksam sind. Die Algorithmen können entweder als Hardware, die gemäß programmierten Anweisungen wirksam ist, die in Speicherorten gespeichert sind, oder als Firmware implementiert sein, bei der die Algorithmen explizit zu einem physischen Entwurf von physischen Komponenten konzipiert sein können. Die Prozessschritte sind hier auf eine Weise beschrieben, die unabhängig von ihrer bestimmten physischen Implementierung ist, und die physische Implementierung derartiger Prozessschritte wird von Fachleuten verstanden. Bei Schritt **800** empfängt die Druckervorrichtung eine Anweisung, eine Seite zu drucken. Bei Schritt **805** führt der Drucker eine Tropfenerfassungsprozedur durch, die ein Sprühen einer vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen aus jeder Düse der Reihe nach aufweist, wenn versucht wird, die gesprühten Tintentröpfchen zu erfassen. Bei Schritt **810** werden die Identifizierzahlen von Düsen, bei denen während einer Tropfenerfassung festgestellt wird, dass dieselben nicht korrekt funktionieren, die auch als „schlechte“ Düsen bekannt sind, in einer Speichervorrichtung gespeichert. Falls bei Schritt **815** die Anzahl von schlechten Düsen größer als eine Schwellenanzahl ist, dann führt bei Schritt **820** die Druckervorrichtung eine automatische Druckerkopfintervention durch. Ein Durchführen einer automatischen Druckerkopfintervention **820** kann ein verstärktes Reinigen der schlechten Düsen in einem Versuch, dieselben wiederherzustellen, aufweisen. Außerdem kann Schritt **820** ferner Schritte aufweisen, die Fehlerverbergungsinformationen erzeugen, durch die während einer Druckoperation gute Düsen erneut verwendet werden, um anstelle von nicht funktionierenden Düsen eine vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zu sprühen, wodurch die Druckqualität verbessert wird. Falls bei Schritt **815** die Anzahl von schlechten Düsen geringer als eine gleiche Schwellenanzahl ist, dann beginnt die Druckervorrichtung bei Schritt **825** zu drucken. Bevorzugt wird der Schritt des Durchführens der automatischen Druckerkopfintervention **820** eingeleitet, wenn während einer letzten festen Anzahl von Tropfenerfassungen die Anzahl von schlechten Düsen größer als der Schwellenpegel war. Bevorzugt kann die feste Anzahl von vorhergehenden Tropfenerfassungen **8**, **16** oder **64** sein.

[0065] Unter Bezugnahme auf [Fig. 9](#) ist schematisch ein Blockdiagramm der Schritte veranschaulicht, die einen Tropfenerfassungsschritt **805** bilden. Bei Schritt **900** wird eine Zahl, die eine aktuelle Düse der Mehrzahl

von Düsen des Druckerkopfes, der unter Verwendung einer Tropfenerfassung zu testen ist, identifiziert, auf 1 gesetzt. Bei Schritt 905 wird die aktuelle Düse angewiesen, eine vorbestimmte Sequenz von Tröpfchen zu versprühen. Bevorzugt weist, wie es im Vorhergehenden beschrieben ist, bei einem Drucker, der konfigurierbar ist, um eine monotone Ausgabe zu erzeugen, die vorbestimmte Sequenz zwei Tröpfchen auf, die zeitlich durch eine Periode von 83 µs getrennt sind. Bevorzugt weist, wenn die Druckervorrichtung konfigurierbar ist, um eine Farbausgabe zu erzeugen, die vorbestimmte Sequenz vier Tröpfchen auf, die durch eine gleiche Zeitdauer von 83 µs beabstandet sind. Bei Schritt 910 liegt eine Verzögerung von 0,2 ms vor, die von im Wesentlichen dem gleichen zeitlichen Moment an beginnt, zu dem ein erstes Tröpfchen der vorbestimmten Sequenz von Tröpfchen die aktuelle Düse verlässt. Diese Verzögerung ermöglicht, dass die Tröpfchen in den Infrarotlichtstrahl eintreten, der sich zwischen dem Emittergehäuse 460 und dem Empfängergehäuse 450 erstreckt, bevor das Ausgangssignal des Photodiodendetektors 560 gemessen wird. Diese Verzögerungszeit ist auch als „Flug“-Zeit bekannt. Bei Schritt 915 misst der A/D-Wandler 520 ein verstärktes Ausgangssignal des Photodiodendetektors 560. Bevorzugt tastet der A/D-Wandler 520 das verstärkte Ausgangssignal des Photodiodendetektors 560 64 Mal mit einer gleichen Zeitdauer von 25 µs zwischen jeder Messung ab. Dies entspricht einer Signalabtastfrequenz von 40 kHz. Bei Schritt 920 werden die Abtastwerte unter Verwendung eines Algorithmus verarbeitet, um die Spitze-zu-Spitze-Zählwerte zu bestimmen, die verwendet werden, um zwischen einer Erfassung und einer Nichterfassung von Tintentröpfchen zu unterscheiden, die aus der aktuellen Düse gesprührt werden. Jede Düse empfängt ein Trebersignal, das bewirkt, dass die Düse eine Anzahl von Tintentröpfchen freigibt, die einem vorbestimmten Tintenvolumen, bevorzugt in dem Bereich von 30 bis 100 Pikolitern, entsprechen. Das Tintenvolumen ist derart ausgewählt, dass entweder ein einziges Tintentröpfchen von zumindest dem vorbestimmten Volumen ein Detektorsignal erzeugt, das ein ausreichendes Signal-Rausch-Verhältnis aufweist, um zuverlässig eine Erfassung des Tropfens zu bestimmen, und/oder derart, dass eine Reihe von zwei oder mehr Tröpfchen, die ein kombiniertes Volumen aufweisen, bei dem es sich zumindest um das vorbestimmte Volumen handelt, zu einer Reihe von erfassten Signalpulsen führt, die, wenn dieselben zusammen analysiert werden, ein Signal-Rausch-Verhältnis aufweisen, das ausreichend ist, um zuverlässig eine zufriedenstellende Operation der Düse zu bestimmen. Es wurde experimentell festgestellt, wie es im Vorhergehenden in dieser Beschreibung beschrieben ist, dass bei der besten Ausführung ein vorbestimmtes Volumen von etwa 70 Pikolitern geteilt in zwei aufeinander folgend freigegebene Tröpfchen optimal zum Charakterisieren einer Düse ist, die schwarze Tinte freigibt, und ein vorbestimmtes Volumen von etwa 44 Pikolitern, das als vier aufeinander folgend freigegebene Tröpfchen enthalten ist, optimal zum Charakterisieren einer Düse ist, die farbige Tinte einer anderen Farbe als Schwarz freigibt. Bei Schritt 923 wird die Zahl, die die aktuelle Düse identifiziert, um 2 inkrementiert. Dadurch werden die Düsenzahl 1, 3, 5, ..., 523, die die erste Reihe bilden, auf eine korrekte Funktionalität gemäß der hier präsentierten besten Ausführung getestet. Bei Schritt 925 werden, wenn die Zahl, die die aktuelle Düse identifiziert, kleiner als 524 ist, die Schritte 905 bis 925 für die nächste Düse wiederholt. Bei Schritt 940 wird, falls die Zahl, die die aktuelle Düse identifiziert, 524 ist, der Tropfenerfassung-Durchführen-Schritt 805 abgeschlossen. Ansonsten wird bei Schritt 930 der Druckerkopf 400 bewegt, um sicherzustellen, dass Tröpfchen, die aus der zweiten Reihe von geradzahligen Düsen gesprührt werden, durch die effektive Erfassungszone des Infrarotlichtstrahls hindurchgehen. Bei Schritt 935 wird die Zahl, die die aktuelle Düse identifiziert, auf 2 gesetzt, und die Schritte 905 bis 925 werden für die geradzahligen Düsen, die die zweite Reihe des Druckerkopfes bilden, wiederholt.

[0066] Unter Bezugnahme auf [Fig. 10](#) ist schematisch ein Flussdiagramm veranschaulicht, das genauer die Schritte zeigt, die an Schritt 920 von [Fig. 9](#) beteiligt sind. Bei Schritt 1005 wird ein Minimalzählwertpegel, der durch den A/D-Wandler 520 abgetastet wird, der das Ausgangssignal der Photodiode 560 abtastet, identifiziert. Bei Schritt 1010 wird ein Maximalzählwertpegel, der dem Spitzenausgangssignal von dem Photodiodendetektor 560 entspricht, identifiziert. Bei Schritt 1015 werden die Spitze-zu-Spitze-Zählwerte durch ein Bilden einer Differenz zwischen dem Maximalzählwertpegel und dem Minimalzählwertpegel berechnet. Bei der hier aufgeführten besten Ausführung wird diese Verarbeitung durch eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) durchgeführt, die Anweisungen bearbeitet, die in einem Nur-Lese-Speicher gespeichert sind.

[0067] Unter Bezugnahme auf Tabelle 2 sind die Minimalerfassungszeiten zusammengefasst, die erforderlich sind, um die 524 Düsen zu prüfen, die einen Druckerkopf bilden. Die Gesamtzeit, die benötigt wird, um einen Stift, der 524 Düsen aufweist, in einer Druckervorrichtung zu prüfen, die konfiguriert ist, um monotone Auftragen zu drucken, liegt in der Größenordnung von 2 Sekunden. Etwa 1 Sekunde wird benötigt, um die Düsen bezüglich der Tropfenerfassungseinheit in Position zu bewegen, und eine weitere Periode von etwa 1 Sekunde wird benötigt, um eine Tropfenerfassung bei den 524 Düsen durchzuführen. Auf ähnliche Weise liegt die Zeit, die für das verbesserte Tropfenerfassungsverfahren und die Vorrichtung benötigt wird, um die 1.572 Düsen, die drei Farbstiften entsprechen, in einer Druckervorrichtung zu testen, die konfiguriert ist, um Farbauftragungen zu erzeugen, in der Größenordnung von 4 Sekunden. Dies stellt eine erhebliche Verbesserung gegenüber Tropfenerfassungsverfahren des Stands der Technik dar, bei denen normalerweise 25 Sekunden nötig waren,

um **600** Düsen zu bewerten.

Tabelle 2

Tropfenerfassungsdurchsatz	Sekunden
monotone Auftragungen (1 Stift)	2
Farbauftragungen (3 Stifte)	4

[0068] Ein Verringern der Zeit, die benötigt wird, um die einzelnen Düsen einer Mehrzahl von Düsen, die einen Druckerkopf bilden, zu testen, reduziert die Gesamtzeit, die benötigt wird, um einen Druckerkopf zu testen. Eine Abnahme der Zeit, die benötigt wird, um einen Druckerkopf zu testen, entspricht auch einer Zunahme des Tropfenerfassungsdurchsatzes. Ein erhöhter Tropfenerfassungsdurchsatz führt zu den folgenden Verbesserungen:

- Es ist möglich, eine erhöhte Anzahl von Tests jeder Düse der Mehrzahl von Düsen ohne ein wesentliches Beeinträchtigen der Gesamtzeit durchzuführen, die benötigt wird, um eine Seite zu drucken;
- ein Erhöhen der Anzahl von Tests bei jeder Düse verbessert die Zuverlässigkeit des Druckerkopfes, da dies eine aktuellere Kenntnis des Zustands der Druckerköpfe ergibt;
- eine genauere Kenntnis der defekten Düsen verbessert die Operation von Fehlerverbergungsdruckmodi, die durch die Druckervorrichtung durchgeführt werden. Fehlerverbergungsdruckmodi arbeiten durch ein Deaktivieren einer defekten Düse und ein erneutes Verwenden einer funktionierenden Düse, um an ihrer Stelle während einer Druckoperation zu drucken; und
- vermehrte Tests bezüglich des Funktionierens von Düsen ermöglichen ein genaueres Funktionieren eines Satzes von Wartungsalgorithmen über die Druckervorrichtung. Die Wartungsalgorithmen sind Sätze von Anweisungen, die vor einem Drucken einer Seite, während eines Druckens und nachdem eine Seite gedruckt worden ist, durchgeführt werden, und sind konzipiert, um eine korrekte Operation der Düsen, die den Druckerkopf bilden, aufrechtzuerhalten. Ein verbessertes Warten der Düsen führt zu einer gesteigerten Betriebslebensdauer des Druckerkopfes.

Patentansprüche

1. Eine Tintenstrahldruckervorrichtung, die folgende Merkmale aufweist:
einen Druckerkopf, der eine Mehrzahl von Düsen (**410**) zum Ausstoßen von Tinte aufweist;
eine Einrichtung (**515, 510, 520, 530**) zum Erfassen einer vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen, die ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthalten, die aus der Mehrzahl von Düsen (**410**) ausgestoßen werden, wobei die Erfassungseinrichtung wirksam ist, um einen Ausgangssignalpuls ansprechend auf die erfasste vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zu erzeugen; und
eine Einrichtung zum Durchführen einer Messung an jedem Ausgangssignalpuls der Erfassungseinrichtung (**540, 560**), **dadurch gekennzeichnet**, dass:
die Messeinrichtung für jede Düse Messungen an einem Ausgangssignalpuls durchführt, der ansprechend auf die erfasste vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen, die ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthalten, erzeugt wird, wobei die Sequenz von Tintentröpfchen derart zeitlich abgestimmt ist, dass alle Tintentröpfchen in der vorbestimmten Sequenz gleichzeitig in einer Erfassungsregion der Erfassungseinrichtung angeordnet sind.
2. Eine Druckervorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Anzahl von erfassten Tintentröpfchen pro jeder Düse (**410**) zwei ist.
3. Eine Druckervorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Anzahl von erfassten Tintentröpfchen pro jeder Düse (**410**) vier ist.
4. Eine Druckervorrichtung gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, bei der die Einrichtung zum Durchführen von Messungen eine Digitalabtasteinrichtung aufweist, die wirksam ist, um eine Sequenz einer Mehrzahl von Digitalabtastsignalen zu erzeugen, von denen jedes quantisiert ist, um eine Amplitude eines Teils des Ausgangssignalpulses darzustellen.
5. Eine Druckervorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Messeinrichtung eine Digitalabtasteinrichtung aufweist, die wirksam ist, um eine Sequenz von abgetasteten Messungen bei einem Ausgangssignalpuls mit

einer Abtastrate in dem Bereich von 30 kHz bis 50 kHz durchzuführen.

6. Eine Druckervorrichtung gemäß Anspruch 1, bei der die Messeinrichtung eine Digitalabtasteinrichtung aufweist, die wirksam ist, um den erfassten Ausgangssignalpuls mit einer Abtastperiode zwischen Abtastwerten in dem Bereich von 12 µs bis 50 µs abzutasten.

7. Eine Druckervorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Erfassungseinrichtung wirksam ist, um einen Analogausgangssignalpuls auszugeben, der eine Amplitudenstörung aufweist, die einen ersten Teil einer niedrigeren Amplitude als ein Dauerzustandsamplitudenausgangssignal der Erfassungseinrichtung und einen zweiten Amplitudenteil einer höheren Amplitude als das Dauerzustandsamplitudenausgangssignal aufweist.

8. Eine Druckervorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Einrichtung zum Erfassen der vorbestimmten Sequenz von Tintentröpfchen, die aus der zumindest einen Düse (410) der Mehrzahl von Düsen ausgestoßen werden, folgende Merkmale aufweist:

ein Emittierelement, das konfiguriert ist, um ein Lichtsignal (540) zu emittieren;
ein Empfangselement, das konfiguriert ist, um das Lichtsignal (560) zu empfangen; und
eine Einrichtung zum starren Anordnen des Emittierelements bezüglich des Empfangselements (450, 460, 470).

9. Eine Druckervorrichtung gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, die ferner folgende Merkmale aufweist:

ein längliches starres Verbindungsbauglied (470), das ein erstes Ende und ein zweites Ende aufweist;
ein erstes Gehäuse (460), das zum Befestigen einer Emittierzvorrichtung angeordnet ist, wobei das erste Gehäuse starr an dem ersten Ende des länglichen starren Verbindungsbauglieds angebracht ist; und
ein zweites Gehäuse (450), das zum Befestigen einer Detektorvorrichtung angeordnet ist, wobei das zweite Gehäuse starr an dem zweiten Ende des länglichen starren Verbindungsbauglieds angebracht ist,
wobei der Druckerkopf bezüglich des ersten Gehäuses und des zweiten Gehäuses derart angeordnet ist, dass zumindest ein Tintentröpfchen, das aus einer Düse (410) der Mehrzahl von Düsen des Druckerkopfes ausgestoßen wird, zwischen dem ersten Gehäuse und dem zweiten Gehäuse in einer Bahn hindurchgeht, die einen Strahlweg zwischen der Emittierzvorrichtung und der Detektorvorrichtung schneidet.

10. Ein Verfahren zum Bestimmen einer Betriebscharakteristik einer Düse (410) eines Druckkopfs einer Tintenstrahldruckervorrichtung, die eine Tintentropfenerfassungseinrichtung aufweist, wobei die Düse konfiguriert ist, um eine Mehrzahl von Tintentröpfchen auszustoßen, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
Senden einer Anweisung an den Druckkopf, eine vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen aus der Düse auszustoßen, wobei die vorbestimmte Sequenz von Tröpfchen ein vorbestimmtes Tintenvolumen enthält;
Erzeugen eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung, wobei das Ausgangssignal entsprechend auf die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen erzeugt wird;
Messen des Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; und
Bestimmen der Betriebscharakteristik der Düse aus dem Ausgangssignal,
dadurch gekennzeichnet, dass die vorbestimmte Sequenz von Tintentröpfchen zeitlich derart abgestimmt ist, dass das ganze vorbestimmte Tintenvolumen gleichzeitig erfasst wird.

11. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem das vorbestimmte Tintenvolumen in dem Bereich von 30 Pikolitern bis 100 Pikolitern liegt.

12. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem die vorbestimmte Sequenz zwei aufeinander folgend freigegebene Tintentröpfchen für eine Düse (410) aufweist, die schwarze Tinte freigibt.

13. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem die vorbestimmte Sequenz vier aufeinander folgend freigegebene Tintentröpfchen für eine Düse (410) aufweist, die eine Tinte einer anderen Farbe als Schwarz freigibt.

14. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Messens des Ausgangssignals ein Abtasten des Signals mit einer Abtastfrequenz in dem Bereich von 30 kHz bis 50 kHz aufweist.

15. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Abtastens des Ausgangssignals ein Durchführen eines Abtastens mit einer Periode zwischen Abtastwerten in dem Bereich von 12 µs bis 50 µs aufweist.

16. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Messens des Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung für jedes einer Mehrzahl der Tintentröpfchen folgende Schritte aufweist: eine feste Zeitperiode Warten, nachdem eine Anweisung an den Druckkopf gesendet worden ist; Durchführen einer Sequenz von Messungen bei dem Ausgangssignal der Tintentropfenerfassungseinrichtung, wobei die Sequenz von Messungen das Ausgangssignal der Tintentropfenerfassungseinrichtung bei einer Mehrzahl von Zeitintervallen misst.

17. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Bestimmens der Betriebscharakteristik ein Analysieren einer Sequenz von zumindest einer Störung des Ausgangssignals aufweist, die ansprechend darauf erzeugt wird, dass ein vorbestimmtes Tintenvolumen an der Erfassungseinrichtung vorbeigeht.

18. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Bestimmens der Betriebscharakteristik der Düse (**410**) für jedes Tintentröpfchen folgende Schritte aufweist:
Identifizieren eines größten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; Identifizieren eines kleinsten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung; und Subtrahieren des kleinsten Werts eines Ausgangssignals der Tintentropfenerfassungseinrichtung von dem größten Wert eines Ausgangssignalpegels der Tintentropfenerfassungseinrichtung.

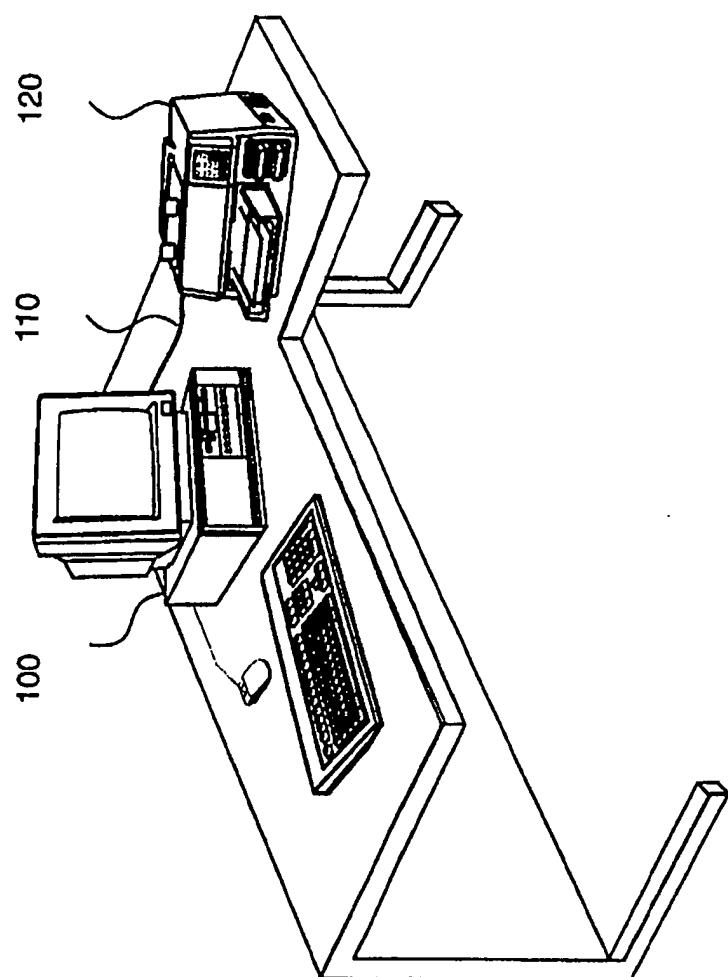
19. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem der Schritt des Bestimmens einer Betriebscharakteristik einer Düse (**410**) folgende Schritte aufweist:
Bestimmen eines Werts einer Störung des Ausgangssignals; und Vergleichen des Werts der Störung mit einem Schwellenwert, wobei der Schwellenwert auf zumindest sechs Standardabweichungen über einem durchschnittlichen Rauschpegel des Ausgangssignals gesetzt ist.

20. Das Verfahren gemäß Anspruch 10, bei dem das Gesamtvolumen der vorbestimmten Sequenz von zumindest einem Tintentröpfchen, das an der Tintentropfenerfassungseinrichtung vorbeigeht, konfiguriert ist, um in einem Volumenbereich zu liegen, der ein Ausgangssignal erzeugt, das einen Spitze-zu-Spitze-Störungswert von zumindest sechs Standardabweichungen über einem Rauschpegel des Ausgangssignals aufweist.

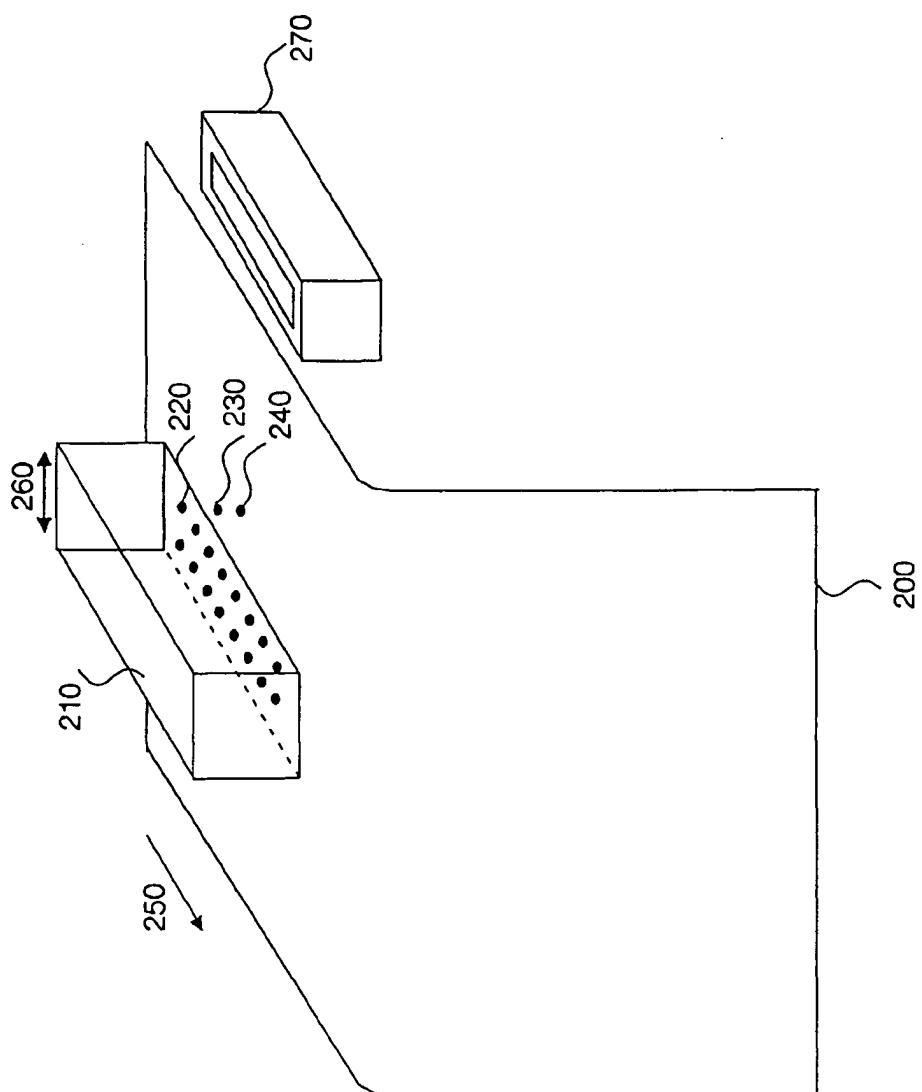
21. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 20, bei dem der Druckkopf eine Mehrzahl von Düsen aufweist und die Verfahrensschritte für jede Düse der Mehrzahl von Düsen wiederholt werden.

22. Das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 10 bis 20, bei dem der Druckkopf eine Mehrzahl von Düsen aufweist, wobei das Verfahren folgende Schritte aufweist:
i. Auswählen einer Düse der Mehrzahl von Düsen;
ii. Erzeugen eines Signals zum Anweisen der Düse, eine vorbestimmte Sequenz einer Mehrzahl von Tintentröpfchen auszustoßen, wobei die Sequenz von Tintentröpfchen zeitlich derart abgestimmt ist, dass alle Tintentröpfchen in der vorbestimmten Sequenz gleichzeitig in einer Erfassungsregion einer Detektorvorrichtung angeordnet sind;
iii. kontinuierliches Überwachen eines Analogausgangssignals der Detektorvorrichtung, die zum Erfassen eines Hindurchgehens der vorbestimmten Sequenz von Tröpfchen durch einen Lichtstrahl konfiguriert ist;
iv. Digitalisieren des Analogausgangssignals;
v. Abtasten des Analogausgangssignals, um einen Satz von quantisierten Digitalabtastwerten des Ausgangssignals zu erzeugen;
vi. Bestimmen eines Minimalpegels des Ausgangssignals aus dem Satz von quantisierten Abtastwerten;
vii. Bestimmen eines Maximalpegels des Ausgangssignals aus den quantisierten digitalisierten Abtastwerten;
viii. Bestimmen eines Differenzwerts zwischen dem Maximal- und dem Minimalpegel;
ix. Vergleichen des Differenzwerts mit einem vorbestimmten Schwellenpegel; und
x. abhängig von einem Ergebnis des Differenzwerts Bestimmen, ob die Düse zufriedenstellend ist.

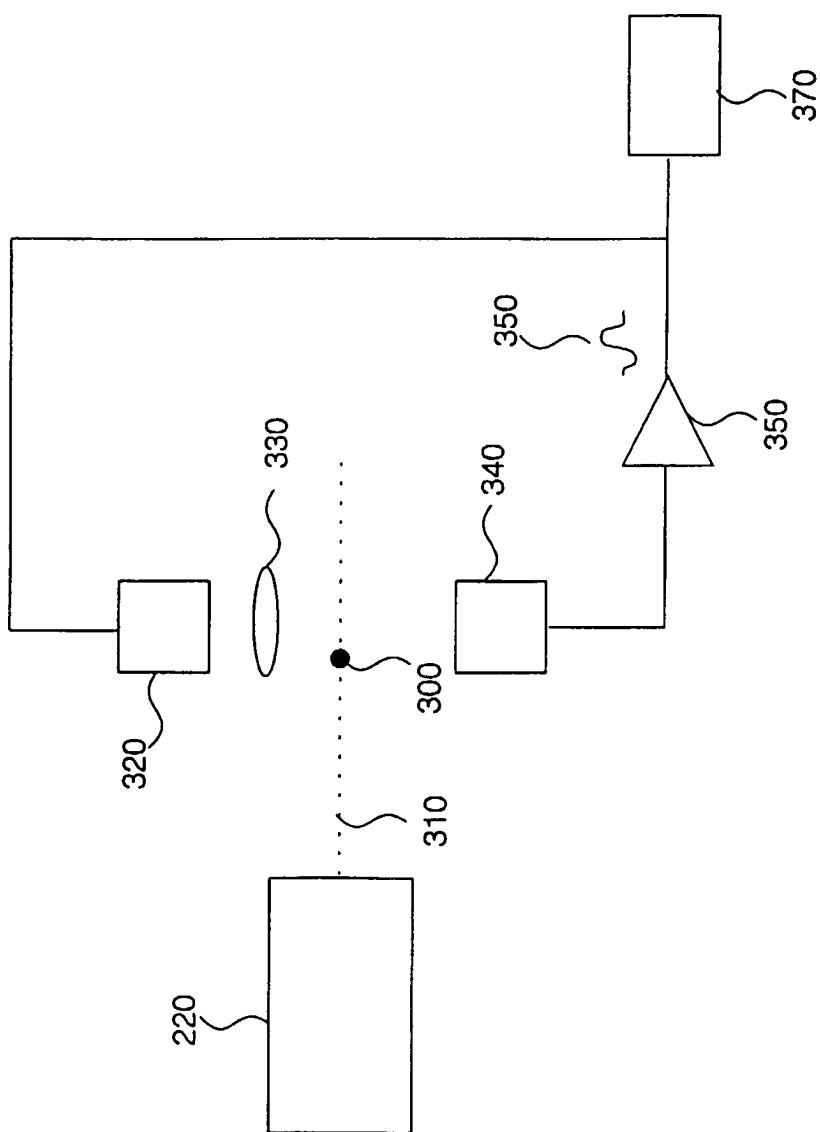
Es folgen 9 Blatt Zeichnungen



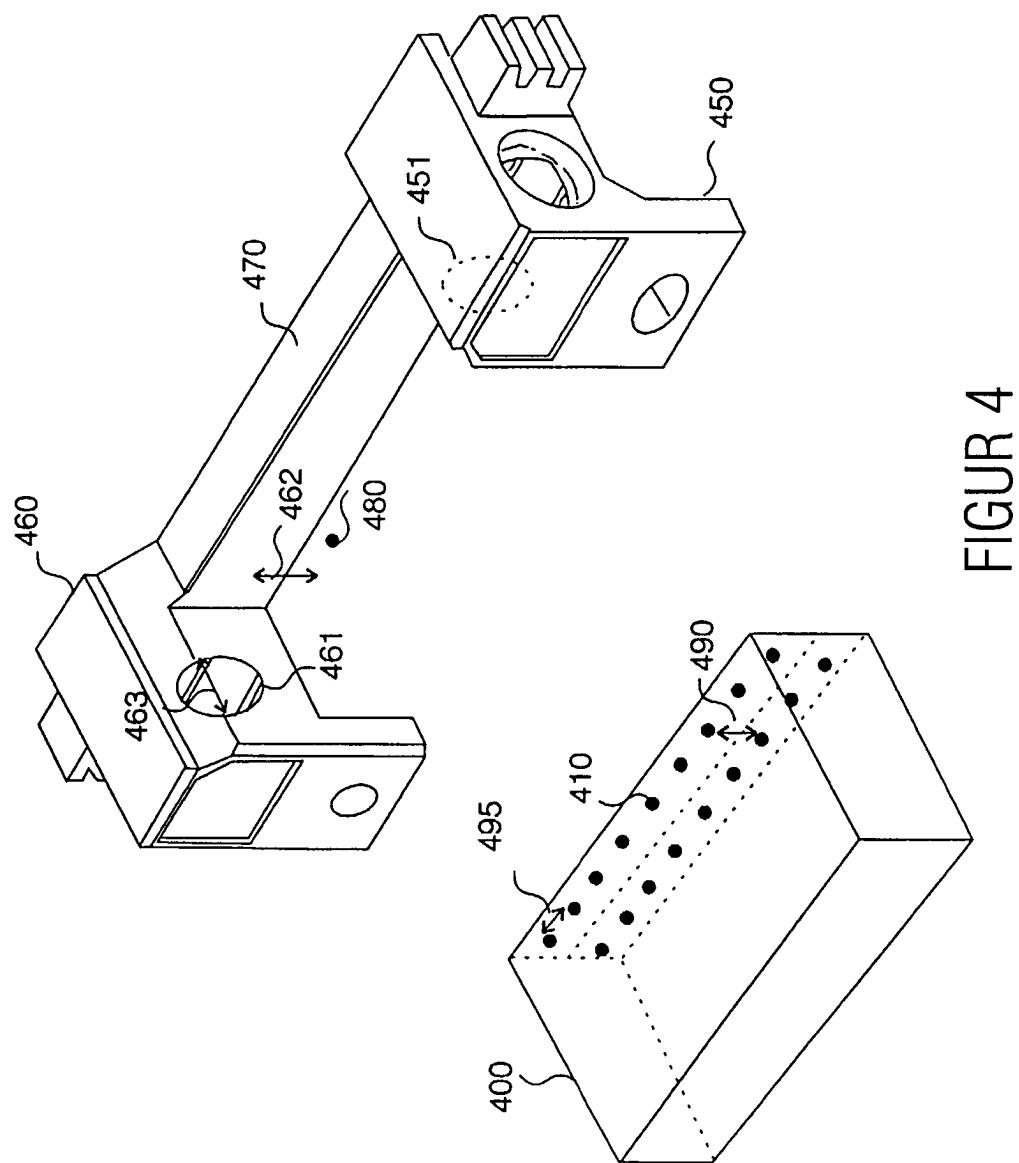
FIGUR 1
(STAND DER TECHNIK)

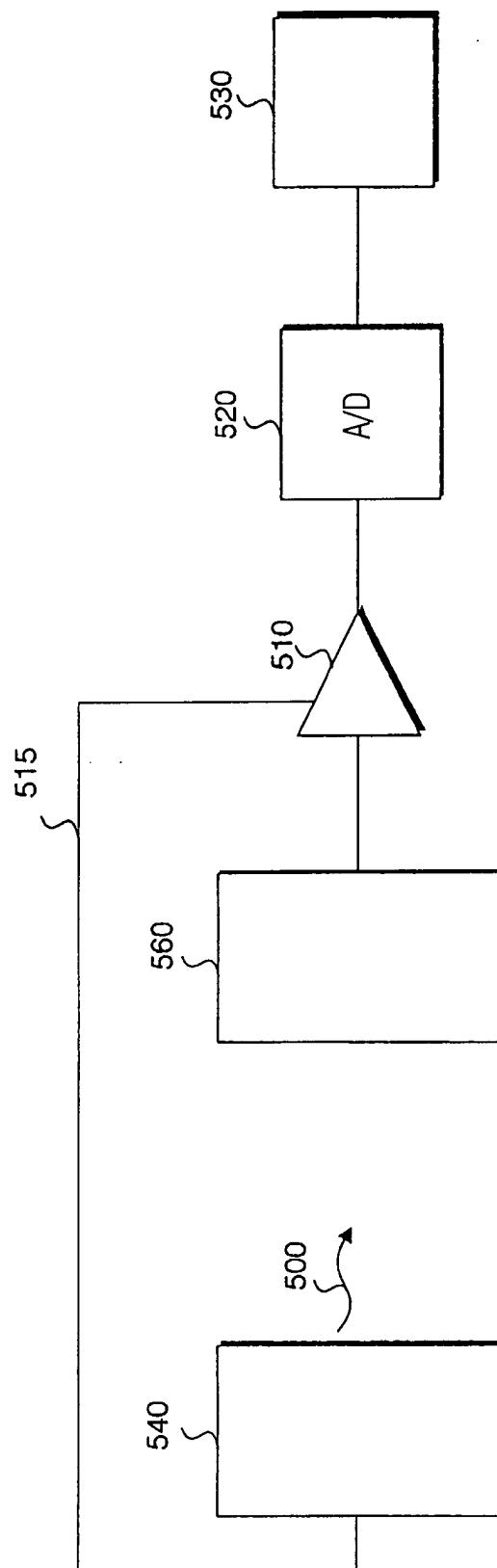


FIGUR 2
(STAND DER TECHNIK)

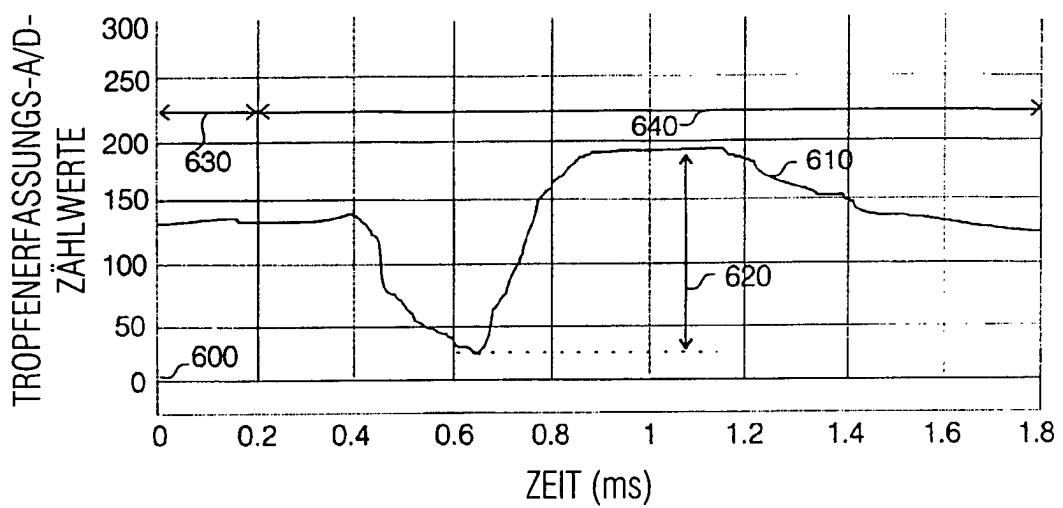


FIGUR 3
(STAND DER TECHNIK)

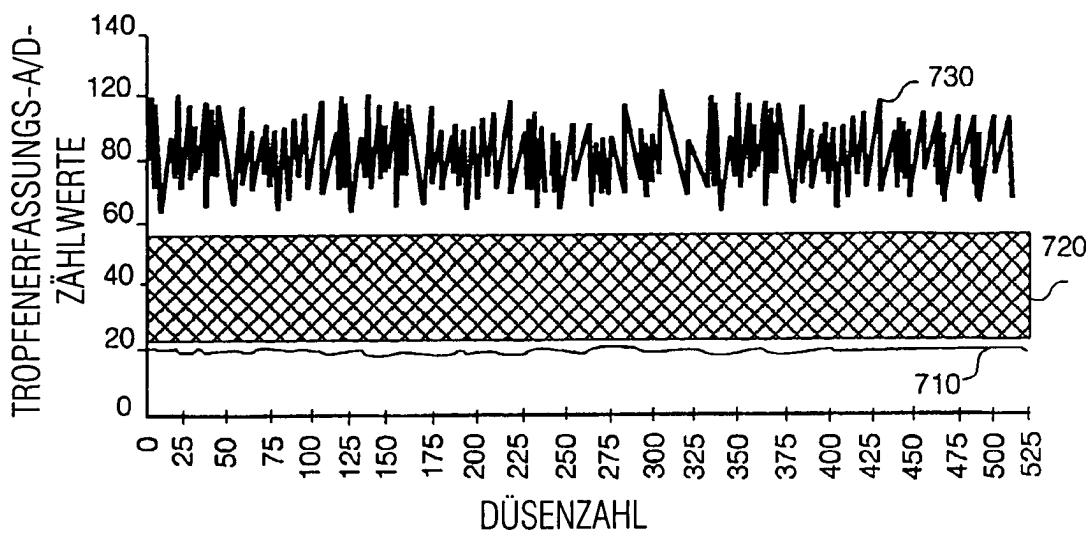




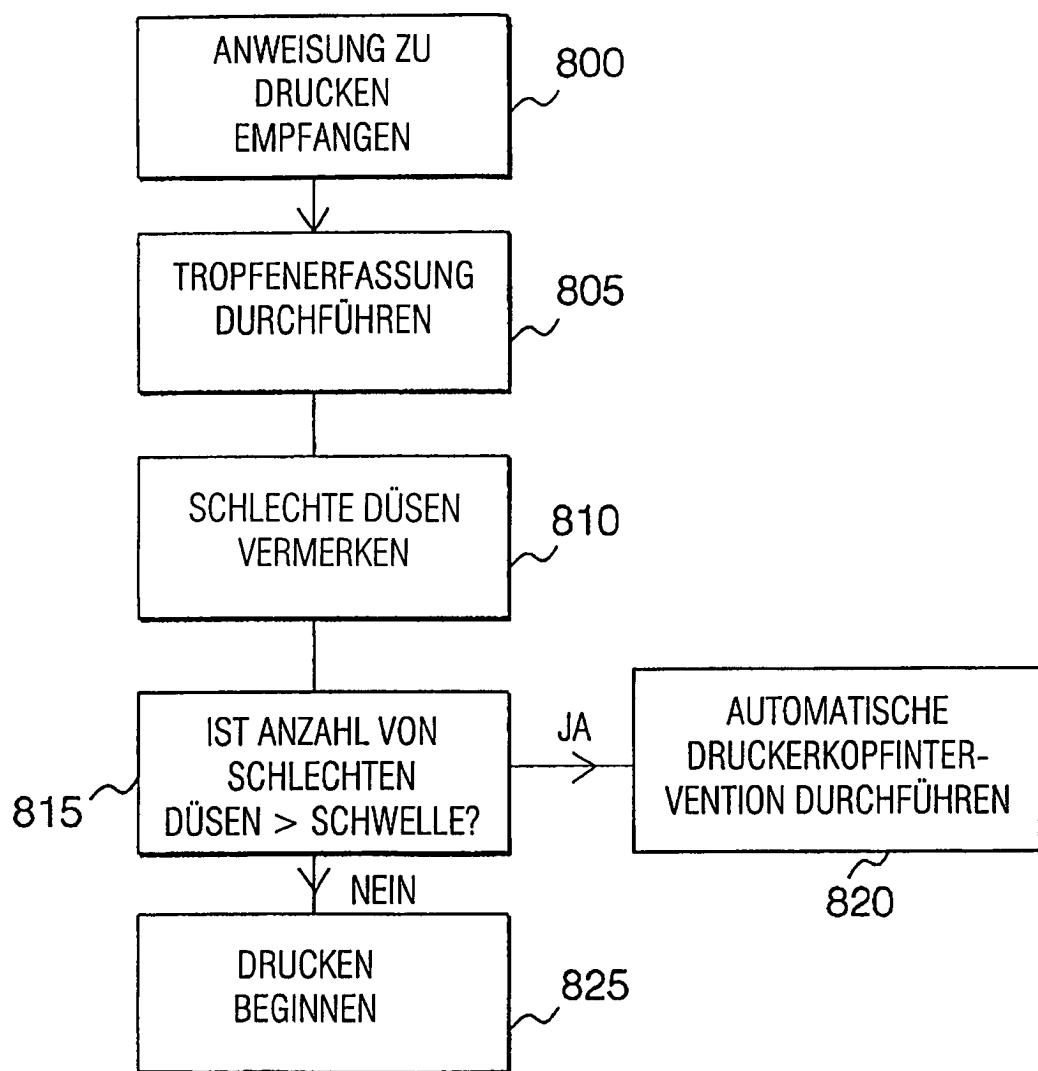
FIGUR 5



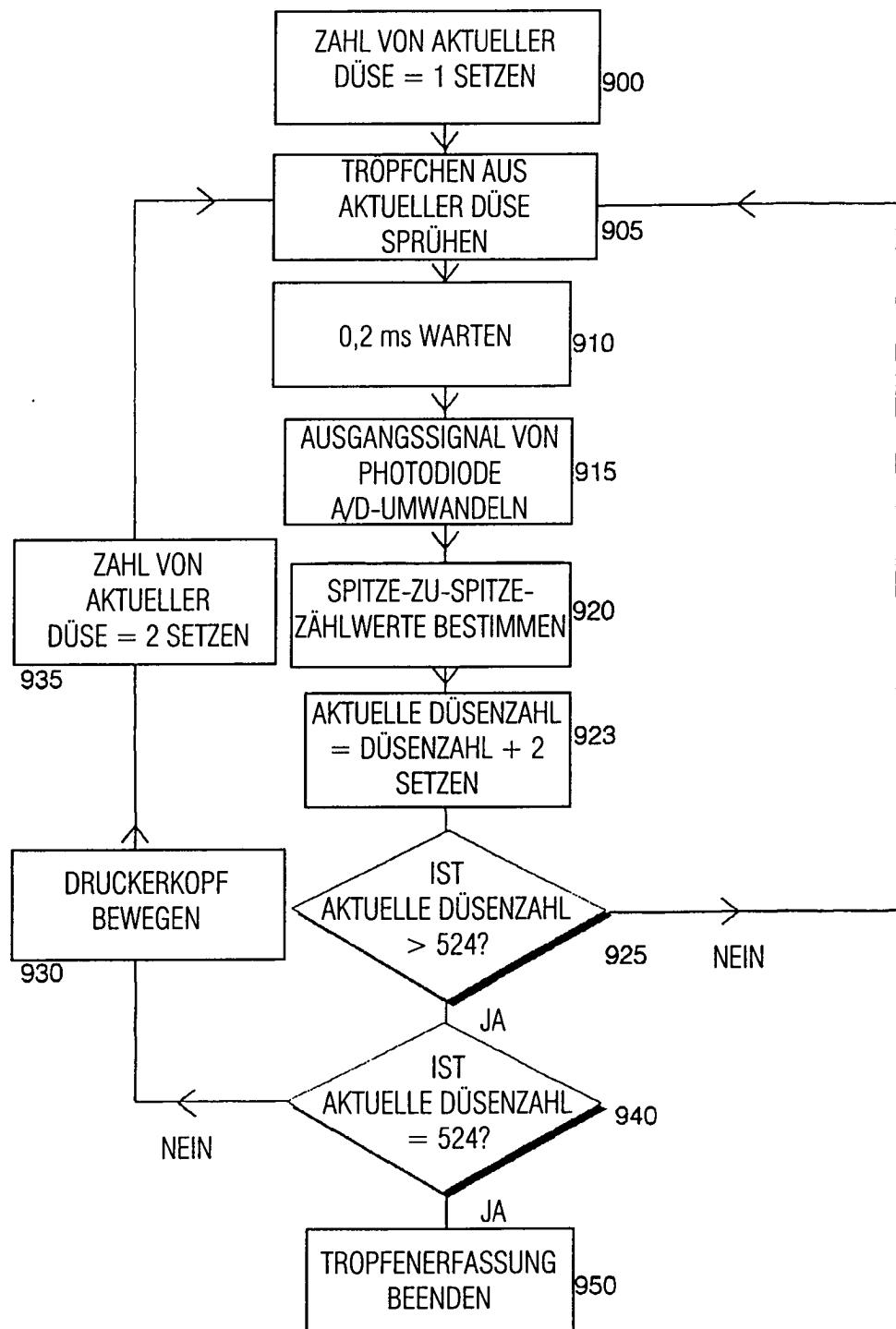
FIGUR 6



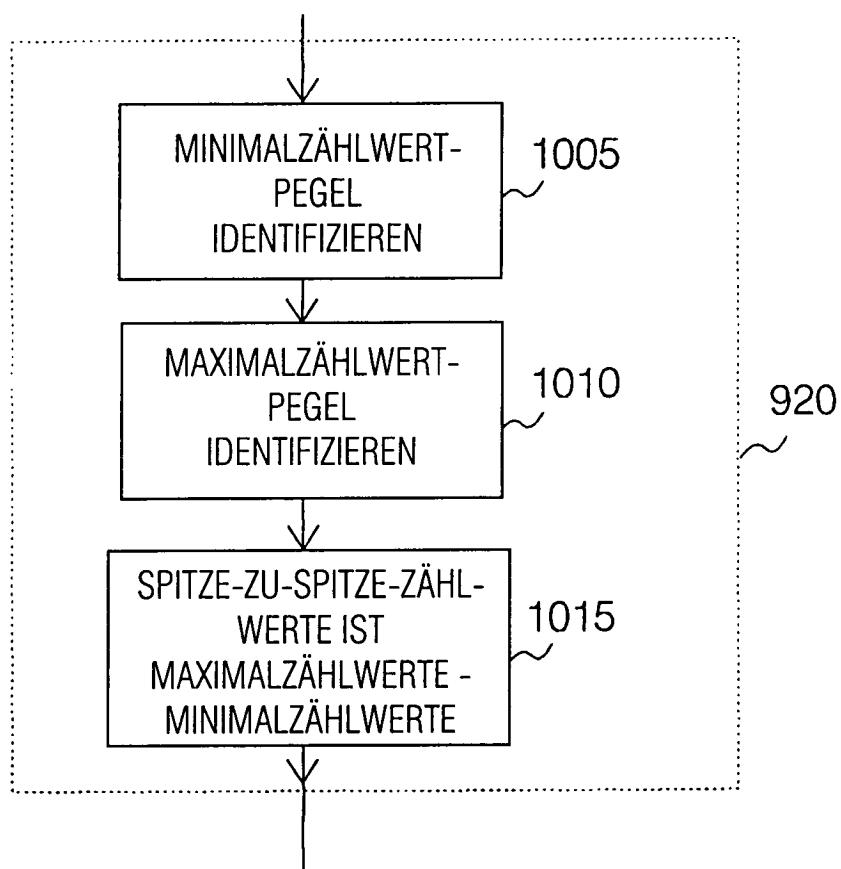
FIGUR 7



FIGUR 8



FIGUR 9



FIGUR 10