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

(10) **DE 699 36 833 T2** 2008.05.15

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 022 149 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 36 833.2**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 118 197.5**
(96) Europäischer Anmeldetag: **13.09.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **26.07.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **15.08.2007**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.05.2008**

(51) Int Cl.[8]: ***B41J 29/393*** (2006.01)
B41J 2/05 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
237130 **25.01.1999** **US**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, GB

(73) Patentinhaber:
Hewlett-Packard Co. (n.d.Ges.d.Staates Delaware), Palo Alto, Calif., US

(72) Erfinder:
Walker, Steven H., Camas, WA 98607, US;
Lundsten, Kerry, Vancouver, WA 98683, US

(74) Vertreter:
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Bereitstellung von Tintenstrahldruckkopfbetreibungsenergie durch optische Bestimmung der Einschaltungsenergie**

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

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein Tintenstrahldrucken und genauer gesagt ein Verfahren und eine Vorrichtung für eine automatisierte optische Bestimmung der optimierten Energieerfordernisse zum Feuern von Farbtröpfchen von einem Tintenstrahl-Druckkopf, welche ein hochqualitatives Drucken erzeugen, während sie die Lebensdauer des Druckkopfes aufrechterhalten.

2. Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Die Tintenstrahltechnologie ist relativ gut entwickelt. Handelsübliche Produkte wie Computerdrucker, graphische Plotter, Kopierer und Faxmaschinen verwenden die Tintenstrahltechnologie zum Herstellen von Hartkopien. Die Grundlagen dieser Technologie sind z.B. in zahlreichen Artikeln im Hewlett-Packard Journal, Bd. 36, Nr. 5 (Mai 1985), Bd. 39, Nr. 4 (August 1988), Bd. 39, Nr. 5 (Oktober 1988), Bd. 43, Nr. 4 (August 1992), Bd. 43, Nr. 6 (Dezember 1992) und Bd. 45, Nr. 1 (Februar 1994) offenbart. Tintenstrahlvorrichtungen sind auch von W. J. Lloyd und H. T. Taub in Output Hardcopy Devices, Kapitel 13 (Ed. R. C. Durbeck und S. Sherr, Academic Press, Sun Diego 1988) beschrieben.

[0003] Fig. 1 zeigt einen Tintenstrahl-Hardcopy-Apparat, in dieser beispielhaften Ausgestaltung einen periphären Computer-Farbdrucker **101**. Ein Gehäuse **103** enthält die elektrischen und mechanischen Betriebsmechanismen des Druckers **101**.

[0004] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, ist innerhalb des Druckermechanismusses **101** eine optische Einschaltenergie–Meßsystem–Hardware **325** (nachstehend einfacher als „Sensor **325**" bezeichnet) vorhanden. Während verschiedene handelsübliche optische Detektoren vorgesehen sein können, stellt ein monochromatisches optisches Sensorsystem eine bevorzugte Ausgestaltung dar. Die Einzelheiten eines solchen besonders bevorzugten Systems sind im U.S. Patent 6 036 298 und in der WO 99/01012 von Steven H. Walker (übertragen auf den gemeinsamen Inhaber der vorliegenden Erfindung) ausgeführt. Walker offenbart darin hauptsächlich ein Verfahren und eine Vorrichtung mit einem monochromatischen optischen Sensorsystem mit einem einzigen monochromatischen Beleuchtungselement, welches so gerichtet ist, daß es einen ausgewählten Abschnitt des Mediums beleuchtet. Das monochromatische optische Sensorsystem weist außerdem ein lichtempfindliches Element auf, welches so gerichtet ist, daß es Licht empfängt, welches von den beleuchteten ausgewählten Abschnitten des Mediums reflektiert wird. Das lichtempfindliche Element erzeugt ein Signal mit einer Amplitude, die proportional zu der Reflexion des Mediums an den beleuchteten ausgewählten Abschnitten ist. In einer dargestellten Ausgestaltung weist ein erster ausgewählter Abschnitt des Mediums keine Farbe auf, so daß das lichtempfindliche Element ein Signal „Medium farbfrei" erzeugt, während ein zweiter ausgewählter Abschnitt des Mediums Farbe aufweist, so daß das lichtempfindliche Element ein Signal „Medium eingefärbt" erzeugt. Ein Steuermittel vergleicht den Unterschied zwischen den Amplituden des „Medium farbfrei"-Signals und des „Medium eingefärbt"-Signals bezüglich der Position auf dem Medium, um die Position der Farbe auf dem zweiten ausgewählten Abschnitt des Mediums zu bestimmen. Bevorzugt ist das monochromatische Beleuchtungselement des Systems eine lichtemittierende Diode („LED"), welche ein blaues Licht emittiert, im Bereich einer Wellenlänge von 430–470 Nanometer. Ein multifunktionaler optischer Sensor könnte ebenfalls für die vorhandenen Aufgaben bei der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein. Die Einzelheiten eines solchen insbesondere multifunktionalen optischen Sensorsystems sind im U. von Steven H. Walker (übertragen auf den gemeinsamen Erwerber der vorliegenden Erfindung) ausgeführt.

[0005] Der Betrieb wird durch eine elektronische Steuereinrichtung (üblicherweise einen Mikroprozessor oder die Anwendung einer durch einen spezifischen integrierten Kreis („ASIC") gesteuerten gedruckten Schaltung, nicht gezeigt, s. aber Fig. 1A und Fig. 3) verwaltet, welche durch eine geeignete Verkabelung mit einem Computer (nicht gezeigt) verbunden ist. Es ist bestens bekannt, das Herstellen von Bildern, das Drucken, das Handhaben von Druckmedien, das Steuern von Funktionen und logischer Verknüpfungen bei konventionellen bzw. Vielzweck-Mikroprozessoren oder ASICs mit Firmware- oder Software-Instruktionen zu programmieren und auszuführen. Ein geschnittenes Druckmediumblatt **105**, welches von dem Endverbraucher an einem Eingabeschacht **107** geladen wird, wird durch einen geeigneten Papierpfad-Transportmechanismus (nicht gezeigt) zu einer internen Druckstation verbracht, wo graphische Bilder oder alphanumerische Texte unter Verwendung bekannter Farbbild- und Text-Erzeugungstechniken erzeugt werden. Ein auf einem Gleiter **111** angeordneter Wagen **109** scannt das Druckmedium. Ein Kodierstreifen und dessen zugehörige Einrichtungen **113** sind vor-

gesehen, um die Position des Wagens **109** zu jeder Zeit auf Spur zu halten. Ein Satz **115** individueller Tintenstrahlschreiber oder Druckkartuschen **117A**–**117D** sind zwecks einfachem Zugang und Austausch lösbar in dem Wagen **109** montiert; allgemein sind bei einem vollen Farbsystem Farben für die subtraktiven Primärfarben Cyan, Gelb, Magenta (CYM) und wahres Schwarz (K) vorgesehen. Jeder Schreiber oder jede Patrone weist einen oder mehrere Druckkopfmechanismen (in dieser Perspektive nicht zu sehen) zum „Abstrahlen" kleiner Farbtröpfchen auf, um Punkte auf dem benachbart positionierten Druckmedium zu bilden. Sobald eine gedruckte Seite fertiggestellt ist wird das Druckmedium an einen Ausgabetrog **119** ausgestoßen.

[0006] Im wesentlichen umfaßt das Verfahren des Tintenstrahldruckens eine Punkt-Matrix-Manipulation von Farbtröpfchen, welche von einem Schreiber auf ein benachbartes Druckmedium ausgestoßen werden (wobei das Wort „Papier" nachstehend für Erläuterungszwecke als Begriff für alle Formen von Druckmedien verwendet wird). Ein Tintenstrahlschreiber **117** weist einen Druckkopf auf, welcher aus einer Anzahl von Säulen von Farbdüsen besteht. Jede Säule (typischerweise mit einer Gesamthöhe von weniger als 25 mm) von Düsen feuert ausgewählt Farbtröpfchen (typischerweise nur einige Picoliter bezüglich des Flüssigkeitsvolumens) von angesprochenen Düsen, welche so gerichtet sind, daß sie eine vorgegebene Druckmatrix von Punkten auf dem benachbart positionierten Papier erzeugen, wenn der Schreiber über das Medium gescannt wird. Eine vorgegebene Düse des Druckkopfes wird verwendet, um eine vorgegebene vertikale Drucksäulenposition auf dem Papier, die als Bildelement oder „Pixel" bezeichnet wird, zu bedienen. Horizontale Positionen auf dem Papier werden durch wiederholtes Feuern einer vorgegebenen Düse bedient bzw. erreicht, wenn der Schreiber über dessen Breite gescannt wird. Somit kann ein einzelnes Abtastscannen des Schreibers einen Schwaden von Punkten drucken. Das Papier wird schrittweise vorwärtsbewegt, um eine Anzahl benachbarter Schwaden zu ermöglichen. Die Punkt-Matrix-Manipulation wird verwendet, um alphanumerische Zeichen bzw. Buchstaben, graphische Bilder und sogar photographische Reproduktionen aus Farbtröpfchen zu bilden. Allgemein wird die Schreiber-Scannachse als X-Achse bezeichnet, die Papiertransportachse als Y-Achse und die Farbtröpfchen-Feuerrichtung als Z-Achse.

[0007] Innerhalb eines thermischen Tintenstrahldruckkopfes – der im Stand der Technik so kleine Dimensionen aufweist, daß bei der Herstellung Dünnfilm-Techniken mit integriertem Schaltkreis verwendet werden – weist ein Satz von Farbtropfengeneratoren individuell aktivierte Farberhitzerwiderstände unterhalb der Farbfeuerdüsen auf. Ein Merkmal des Druckens ist die minimale Energie, die für einen gegebenen Druckkopf erforderlich ist, um einen Farbtropfen auszustoßen, auch als Einschaltenergie „TOE" bekannt. Aufgrund von Variationen bezüglich der Herstellungstoleranz bezüglich einer bestimmten Ausbildung kann die TOE für eine bestimmte Schreiberausbildung in signifikanter Weise variieren. Daher muß ein Drucker Farbtropfen-Feuerimpulse zum Feuern eines kompatiblen Schreibers mit der höchsten TOE aufweisen. Die Verwendung eines Schreibers mit einer geringeren TOE erfordert, daß der Schreiber die Differenz zwischen der erforderlichen Energie und der angelieferten Energie – gegenüber der höchsten spezifizierten TOE – in Form von Wärme vernichtet. Je größer der Unterschied der TOE ist, desto größer ist die überschüssige Energie, d.h. die Erwärmung. Die Menge überschüssiger Wärme, welche ein gegebener Schreiber tolerieren kann, ist eine Funktion des Bereiches der Betriebstemperatur und der akzeptablen Verläßlichkeit für die betreffende Anwendung. Das Verhältnis der TOE zur Fähigkeit, Wärme zu vernichten, ist als ein besonderes Schreibermerkmal „Energiebudget" bekannt. Wenn die Tropfengeneratordichte auf dem Druckkopf zunimmt – z.B. von 150 Düsen auf 300 Düsen in im wesentlichen dem gleichen Kreis –, nimmt die Fähigkeit zur Vernichtung von Wärme ab. Während die meiste Energie durch den ausgestoßenen Farbtropfen fortgetragen wird, verringert das Ansteigen der Tropfengeneratordichte das Gesamtenergiebudget.

[0008] Das Ziel besteht daher darin, die elektrischen Feuerpulse so zu steuern, daß der Druckkopf mit einer Pulsenergie betrieben wird, welche annähernd gleich der oder größer als die Einschaltenergie des Widerstands ist und innerhalb eines Bereiches liegt, welcher die gewünschte Druckqualität schafft, während ein vorzeitiges Versagen der Heizwiderstände aufgrund einer Variation der TOE vermieden wird, die bezüglich der Fähigkeit eines Schreibers, Wärme zu vernichten, relativ groß ist.

[0009] Es besteht das Bedürfnis, die vorliegende TOE für eine vorgegebene Druckerschreiberkombination zu messen, um eine Betriebsenergie mit einem Energiebudget zu berechnen, und eine TOE-bezogene Betriebsenergie dynamisch einzustellen, um die Druckoperationen zu optimieren. Die Veränderung bezüglich der TOE und der Drucker wird dadurch eingestellt bzw. angepaßt, wobei die Grenze für die Verläßlichkeit und den betrieblichen Temperaturbereich erhöht und das Energiebudget vergrößert wird.

[0010] Im Stand der Technik ist es bekannt, die TOE durch thermisches Fühlen zu bestimmen, ein Verfahren, welches als „TTOE" bezeichnet wird. Es wird nunmehr auf **Fig. 1A** (Stand der Technik) Bezug genommen, in welcher ein vereinfachtes Blockdiagramm einer thermischen Tintenstrahl-Hardcopy-Maschine gezeigt ist. Ein

Steuermittel **11** empfängt eine Druckdaten 10-Eingabe und verarbeitet die Druckdaten, um einen Druckkopf-Treiberkreis **13** mit Druck-Steuerinformationen zu versehen. Eine gesteuerte Spannungsquelle **15** versorgt den Druckkopf-Treiberkreis **13** mit einer gesteuerten Spannung V_S, deren Größe durch das Steuermittel **11** gesteuert wird. Der durch das Steuermittel **11** gesteuerte Druckkopf-Treiberkreis **13** beaufschlagt einen thermischen Tintenstrahldruckkopf **19** aus einem Dünnfilm mit integriertem Schaltkreis, welcher Dünnfilm-Farbtropfen-Feuer-Heizwiderstände **17** aufweist, mit Antriebs- bzw. Energisier-Spannungspulsen einer Spannung VP. Die Spannungspulse VP werden typischerweise an Kontaktkissen aufgebracht, welche durch leitende Spuren mit den Heizwiderständen **17** verbunden sind, und daher ist die von einem Widerstand empfangene Pulsspannung typischerweise kleiner als die Pulsspannung VP an den Druckkopf-Kontaktkissen. Da die vorhandene Spannung über einen Heizwiderstand **17** nicht einfach gemessen werden kann, wird die thermische Einschaltenergie für einen hier beschriebenen Heizwiderstand unter Bezugnahme auf die Spannung bestimmt, die an die Kontaktkissen der dem Heizwiderstand zugeordneten Druckkopfpatrone angelegt wird. Der einem Heizwiderstand **17** zugeordnete Widerstand wird als Kissen-zu-Kissen-Widerstand eines Heizwiderstandes und dessen Verbindungsschaltung (d.h. dem Widerstand zwischen den einem Heizwiderstand zugeordneten Druckkopf-Kontaktkissen) ausgedrückt. Die Relation zwischen der Pulsspannung VP und der Versorgungsspannung V_S hängt von den Charakteristika des Treiberkreises ab. Z.B. kann der Druckkopf-Treiberkreis **13** als ein im wesentlichen konstanter Spannungsabfall VD angesetzt werden, und für einen solchen Fall ist die Pulsspannung VP im wesentlichen gleich der aufgebrachten Versorgungsspannung V_S reduziert um den Spannungsabfall VD des Treiberkreises:

$$VP = V_S - VD \qquad \text{(Gleichung 1).}$$

[0011] Wenn der Druckkopf-Treiber **13** in einem Modell besser als mit einen Widerstand Rd aufweisend darzustellen ist, so wird die Pulsspannung ausgedrückt zu:

$$VP = V_S(Rp/(Rd + Rp)) \qquad \text{(Gleichung 2),}$$

wobei Rp der einem Heizwiderstand **17** zugeordnete Kissen-zu-Kissen-Widerstand ist.

[0012] Genauer gesagt schafft das Steuermittel **11** Pulsbreiten- und Pulsfrequenz-Parameter an dem Druckkopf-Treiberkreis **13**, welcher Treiber-Spannungspulse einer Breite und Frequenz erzeugt, wie sie durch das Steuermittel ausgewählt sind, und mit einer Spannung VP, welche von der Versorgungsspannung V_S abhängt, die von der durch das Steuermittel **11** gesteuerten Energieversorgung **15** vorgehalten wird. Wesentlich ist, daß das Steuermittel **11** die Pulsbreite, -frequenz und die Spannung der durch den Treiberkreis der Heizwiderstände aufgebrachten Spannungspulse steuert.

[0013] Der Druckkopf **19** mit integriertem Schaltkreis des thermischen Tintenstrahldruckers gemäß **Fig. 1A** (Stand der Technik) weist weiterhin einen Proben- bzw. Prüfwiderstand **21** mit einem genau festgelegten Widerstandsverhältnis relativ zu jedem der Heizwiderstände **17** auf, welcher in einfacher Weise mit konventionellen Dünnfilmtechniken mit integriertem Schaltkreis zu erhalten ist. Beispielsweise sind der Widerstand des Probenwiderstandes **21** und dessen Verbindungsschalkreis so konfiguriert, daß sie einen Kissen-zu-Kissen-Widerstand aufweisen, welcher die Summe ist aus: (a) dem Zehnfachen des Widerstandes jedes Heizwiderstandes und (b) dem Widerstand eines Verbindungsschalkreises für einen Heizwiderstand. Ein Anschluß des Probenwiderstandes ist geerdet, während dessen anderer Anschluß mit einem Anschluß eines Präzisions-Referenzwiderstandes Rp verbunden ist, welcher extern zu dem Druckkopf angeordnet ist, und dessen anderer Anschluß mit einer Spannungsreferenz Vc verbunden ist. Die Verbindung zwischen dem Probenwiderstand **21** und dem Präzisionswiderstand Rp ist mit einem Analog-zu-Digital-Konverter (A/D) **24** verbunden. Der digitale Ausgang des A/D-Konverters **24** enthält quantifizierte Proben der Spannung an der Verbindung zwischen dem Probenwiderstand **21** und dem Präzisionswiderstand Rp. Da der Wert des Präzisionswiderstandes Rp bekannt ist, ist die Spannung an der Verbindung zwischen dem Probenwiderstand **21** und dem Präzisionswiderstand Rp ein Maß für den Kissen-zu-Kissen-Widerstand des Probenwiderstandes **21**, welcher wiederum ein Maß für den Widerstand der Heizwiderstände ist.

[0014] Das Steuermittel **11** bestimmt eine thermische Einschaltpulsenergie für den Druckkopf **19**, die empirisch auf eine Beharrungs-Tropfenvolumen-Einschaltenergie bezogen wird, welche die minimale Beharrungs-Pulsenergie ist, bei welcher ein Heizwiderstand **17** einen Farbtropfen mit ordnungsgemäßem Volumen erzeugt, wobei sich die Pulsenergie auf die Energiemenge bezieht, welche durch einen Spannungspuls geschaffen wird, d.h. Leistung multipliziert mit der Pulsbreite. Mit anderen Worten, ein Ansteigen der Pulsenergie über die Tropfenvolumen-Einschaltenergie erhöht das Tropfenvolumen nicht wesentlich. **Fig. 2** (Stand der Technik) zeigt eine repräsentative Kurve der normierten Druckkopftemperatur und des normierten Farbtropfen-

volumens in Abhängigkeit von der Beharrungs-Pulsenergie, die an jedem der Heizwiderstände eines thermischen Farbstrahldruckers aufgebracht wird. Diskrete Druckkopftemperaturen sind durch Kreuze (+) dargestellt, während Tropfenvolumina durch hohle Quadrate () dargestellt sind. Die Kurvendarstellung gemäß Fig. 2 (Stand der Technik) zeigt drei unterschiedliche Betriebsphasen der Heizwiderstände eines Druckkopfes. Die erste Phase ist eine nicht-blasenbildende Phase, in welcher die Energie unzureichend ist, um eine Blasenbildung zu bewirken. In der nicht-blasenbildenden Phase steigt die Druckkopftemperatur mit anwachsender Pulsenergie an, während das Tropfenvolumen bei Null verbleibt. Die nächste Phase ist die Übergangsphase, in welcher die Pulsenergie ausreichend ist, um eine farbtropfenbildende Blasenbildung für einige jedoch nicht alle Heizwiderstände zu bilden, doch weisen die gebildeten Farbtropfen kein ordnungsgemäßes Volumen auf. In der Übergangsphase steigt das Farbtropfenvolumen mit ansteigender Pulsenergie an, da mehr Heizwiderstände Farbtröpfchen feuern, und das Volumen der gebildeten Farbtropfen nähert sich dem ordnungsgemäßen Tropfenvolumen an, während die Druckkopftemperatur mit ansteigender Pulsenergie abfällt. Der Abfall der Druckkopftemperatur erfolgt aufgrund der Wärmeübertragung von dem Druckkopf durch die Farbtropfen. Die nächste Phase ist die Reifephase, in welcher das Tropfenvolumen relativ stabil ist und die Temperatur mit zunehmender Pulsenergie ansteigt. Fig. 2 (Stand der Technik) zeigt nur den unteren Energieabschnitt der Reifephase, und es wird darauf verwiesen, daß die Druckkopftemperatur mit steigender Pulsenergie ansteigt, da das Farbtropfenvolumen in der Reifephase relativ konstant bleibt.

[0015] Wie in dem U.S. Patent 5 428 376 von Wade u.a. ausführlicher diskutiert ist, welches auf den gemeinsamen Erwerber der vorliegenden Erfindung übertragen worden ist, kann der Probenwiderstand **21** verwendet werden, um den Kissen-zu-Kissen-Widerstand zu bestimmen, der den Heizwiderständen zugeordnet ist, um die Energie zu bestimmen, welche den Heizwiderständen als eine Funktion der Spannung VP und der Pulsbreite der durch den Treiberkreis erzeugten Spannung zur Verfügung steht. Der Druckkopf mit integriertem Schaltkreis des thermischen Tintenstrahldruckers gemäß Fig. 1A (Stand der Technik) weist auch einen Temperatursensor **23** auf, der in der Nähe einiger Heizwiderstände angeordnet ist, und schafft ein analoges elektrisches Signal, welches für die Temperatur des Druckkopfes mit integriertem Schaltkreis repräsentativ ist. Der analoge Ausgang des Temperatursensors **23** wird einem Analog-zu-Digital-Konverter **25** zugeführt, welcher einen digitalen Ausgang zu dem Steuermittel **11** bildet. Das digitale Ausgangssignal des A/D-Konverters **25** enthält quantifizierte Proben des analogen Ausgangssignals des Temperatursensors **321**. Das Ausgangssignal des A/D-Konverters ist ein Maß für die von dem Temperatursensor ermittelte Temperatur. Das Ausgangssignal des Temperatursensors wird für die unterschiedlichen Farb-Feuerpuls-Energien, welche auf die Heizwiderstände aufgebracht werden, probenweise ermittelt, beispielsweise wenigstens eine Probe bei jeder unterschiedlichen Farb-Feuerpuls-Energie. Für einen ordnungsgemäß arbeitenden Druckkopf und Temperatursensor wird die Temperaturdatenermittlung durch schrittweise Verminderung der Pulsenergie und Temperaturerfassung fortgesetzt bis festgestellt wird, daß eine akzeptable Temperatur erzeugt worden ist. Die TTOE für ein angestrebtes Tropfenvolumen wird entsprechend berechnet.

[0016] Ein anderes vorbekanntes Verfahren zum Messen der TOE für das Abstrahlen von Farbtropfen ist als visuelles Einschaltenergieverfahren „VTOE" bekannt. Ein Muster mit Linien wird von jeder der Schreiberdüsen für eine oder alle Farben bei einer bekannten Energieeinstellung gedruckt. Die Energie wird um ein bekanntes Maß vermindert, und ein Düsenmuster wird benachbart zu dem vorherigen Muster gedruckt. Wenn man auf diese Weise fortfährt, wird schließlich ein Energieniveau erreicht, bei dem eine wesentliche Anzahl der Düsen (üblicherweise mehr als 10%) nicht mehr drucken. Das TOE-Niveau, welches dem letzten Bereich entspricht, welcher ein komplettes Muster gedruckt hat, wird von dem Beobachter entweder während der finalen Herstellungs-Testphase oder durch den Endverbraucher ausgewählt.

[0017] Ein noch anderes vorbekanntes Verfahren ist die Verwendung von elektrostatischer Entladung als ein Verfahren zur TOE-Messung. Eine geladene Platte wird in einer Drucker-Servicestation so montiert, daß bei einem Auftreffen von Farbtropfen auf die Platte ein Ladungstransfer erfolgen kann, welcher einen Strom erzeugt. Durch ein Feuern von Farbtropfen bei ansteigendem Energieniveau bestimmt der Anfall eines fließenden Stroms den TOE.

[0018] Es besteht ein Bedürfnis nach einem Verfahren zum Bestimmen der Einschaltenergie, welches sowohl von der thermischen Reaktion des Druckkopfes als auch einer subjektiven Analyse und eines Einschreitens eines Beobachters unabhängig ist. Es besteht das Bedürfnis nach einem Verfahren und einer Vorrichtung, welche die Einschaltenergie relativ zu den vorhandenen Druckdaten kalibrieren. Darüber hinaus besteht ein Bedürfnis nach einem automatischen Kalibrieren der Druckkopf-Einschaltenergie und einer in geeigneter Weise hierauf bezogenen Druckkopf-Betriebsenergie, welche ohne Eingriff des Endverbrauchers einzustellen ist.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0019] Die vorliegende Erfindung schafft ein Verfahren zum Ermitteln der Betriebsenergie eines Tintenstrahldruckkopfes gemäß Anspruch 1, eine Tintenstrahl-Hardcopy-Vorrichtung mit selbstkalibrierender Druckkopf-Betriebsenergie gemäß Anspruch 12, und ein sich hierauf beziehendes Computerprogramm gemäß Anspruch 13.

[0020] Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie eine objektive TOE-Messung durch ein direktes Wahrnehmen des Vorhandenseins ausgestoßener Farbtropfen schafft.

[0021] Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie einen objektiven Test und daher wiederholbare Resultate schafft.

[0022] Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie eine objektive Druckqualitätsauswahl schafft, welche im Vergleich zu subjektiven visuellen Beurteilungstests genauer ist.

[0023] Es ist ein Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie die TOE in der Gebrauchsumgebung des Druckers mißt und für alle Quellen einer Veränderung einstellt.

[0024] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie während der Lebensdauer eines Schreibers vielfach durchgeführt werden kann und Alterungseffekte kompensiert.

[0025] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß bei Druckern mit zahlreichen Schreibern die TOE jedes Schreibers bestimmt werden kann, wobei die größte TOE eines bestimmten Schreibersatzes identifiziert wird.

[0026] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie Merkmale des Energiebudgets und die damit verbundenen Ziele der Verläßlichkeit verbessert.

[0027] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie eine Methodenlehre schafft, welche für alle Ausbildungen von Schreibern und druckenden Plattformen anwendbar ist.

[0028] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie eine relative Messung ermöglicht und kein Kalibrieren erfordert.

[0029] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie unabhängig vom Typ des Druckmediums ist.

[0030] Es ist ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß sie als eine automatische Betriebseinstellung eingesetzt werden kann.

[0031] Es ist weiterhin ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung, daß ein optischer Sensor multifunktional verwendbar ist, was ein kostengünstiges Produkt schafft.

[0032] Andere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Erklärung und den beigefügten Zeichnungen, in welchen gleiche Bezugszeichen in allen Zeichnungen die gleichen Merkmale bezeichnen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0033] Fig. 1 ist eine beispielhafte Ausgestaltung eines Tintenstrahldruckers gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0034] Fig. 1A (Stand der Technik) ist ein schematisches Blockdiagramm der thermischen Tintenstrahlkomponenten für ein TTOE-Drucksystem.

[0035] Fig. 2 (Stand der Technik) ist eine Kurvendarstellung, welche die Druckkopftemperatur und das Farbtropfenvolumen in Abhängigkeit von dem Beharrungszustand der Pulsenergie zeigt, die an den Heizwiderständen eines Druckkopfes aufgebracht wird.

[0036] Fig. 3 ist ein schematisches Blockdiagramm von thermischen Tintenstrahlkomponenten eines optischen Einschaltenergiesystems gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0037] Die Fig. 4-1 und Fig. 4-2 zeigen einen Programmablauf für den Prozeß eines optischen Bestimmens der optimalen Druckkopf-Einschaltenergie gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0038] Fig. 5 ist ein beispielhaftes Testmuster, welches gemäß der vorliegenden Erfindung verwendet wird, wie sie in den Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 4-1 bis Fig. 4-2 gezeigt ist.

[0039] Fig. 6 ist eine graphische Darstellung eines beispielhaften Datensatzes, wie er gemäß der in den Fig. 1, Fig. 3, Fig. 4-1 bis Fig. 4-2 und Fig. 5 gezeigten vorliegenden Erfindung verwendet wird.

[0040] Die Zeichnungen, auf welche in dieser Beschreibung Bezug genommen wird, sollten nicht als maßstabsgerecht verstanden werden, soweit dieses nicht ausdrücklich angegeben ist.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSGESTALTUNG

[0041] Es wird nunmehr im einzelnen auf eine spezifische Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung Bezug genommen, welche die beste Art und Weise wiedergibt, wie sie gegenwärtig von den Erfindern für die Durchführung der Erfindung angesehen wird. Alternative Ausgestaltungen werden ebenfalls kurz beschrieben, soweit dieses angezeigt erscheint.

[0042] Wie in Fig. 3 gezeigt ist, und ebenfalls unter Bezugnahme auf Fig. 1, erhält bei Verwendung eines bekannten Druckers **101** als beispielhafte Ausgestaltung ein Steuermittel **11** Druckdaten **300** als Eingangssignale und verarbeitet die Druckdaten, um einen Druckkopftreiberkreis **13** mit Druck-Steuerinformationen zu versehen. Eine gesteuerte Spannungs-Leistungsquelle **15** versorgt den Druckkopf-Treiberkreis **13** mit einer gesteuerten Spannung V_S, deren Größe durch das Steuermittel **11** gesteuert wird. Der von dem Steuermittel **11** gesteuerte Druckkopf-Treiberkreis **13** beaufschlagt einen thermischen Tintenstrahldruckkopf **19** aus einem Dünnfilm und integriertem Schaltkreis, der Dünnfilm-Farbtropfen-Feuer-Heizwiderstände **17** aufweist, mit Antriebs- bzw. Energisier-Spannungspulsen einer Spannung VP. Der Druckkopf mit integriertem Schaltkreis des thermischen Farbstrahldruckers gemäß Fig. 3 weist außerdem einen Temperatursensor **23** auf, der in der Nähe einiger Heizwiderstände angeordnet ist, und erzeugt ein analoges elektrisches Signal, welches repräsentativ für die Temperatur des Druckkopfes mit integriertem Schaltkreis ist. Das analoge Ausgangssignal des Temperatursensors **23** wird zu einem Analog-zu-Digital-Konverter **25** geleitet, welcher dem Steuermittel **11** ein digitales Ausgangssignal zuführt. Das digitale Ausgangssignal des A/D-Konverters **25** enthält quantifizierte Proben des analogen Ausgangssignals des Temperatursensors. Das Ausgangssignal des A/D-Konverters **25** ist ein Maß für die von dem Temperatursensor **23** ermittelte Temperatur.

[0043] Wendet man sich nunmehr den Fig. 4-1 und Fig. 4-2 zu und bezieht sich auch Fig. 3, so ist dort eine Methode für eine optische Einschaltenergiebestimmung „OTOE" ersichtlich. Der OTOE-Prozeß **400** wird ausgeführt, Schritt **401**, wann immer eine Rekalibrierung wünschenswert ist – wenn also beispielsweise ein neuer Schreiber in den Scanwagen **109** (Fig. 1) des Druckers eingesetzt wird, oder ein Wiederanfahren nach längerer Lagerzeit erfolgt, oder wenn dieses durch eine Instruktion des Endverbrauchers ausgelöst wird, beispielsweise wenn ein Schreiber-Wartungsmodus initiiert wird. Die Wartung (nicht gezeigt) wird in bekannter Weise bei einem solchen Schreiber oder solchen Schreibern durchgeführt, der (die) in der Drucker-Servicestation zu kalibrieren ist (sind) einschließlich des Verbringens der Druckköpfe auf eine nominelle Betriebstemperatur und eines Feuerns von Farbe in ein Speibecken, um die Druckkopfdüsen zu säubern. Nach der Wartung wird ein Blatt Papier aufgenommen und zu einer Druckzone transportiert, Schritt **403**.

[0044] Mit einem erneuten kurzen Blick auf Fig. 1 wird darauf verwiesen, daß für diese Beschreibung angenommen wird, daß der optische Sensor **325** auf demselben Wagen **109** wie der Schreibersatz **115** montiert ist, obwohl eine Anzahl unterschiedlicher Druckköpfe **19** an den Hardware-Anordnungen vorgesehen sein kann. Die LED wird an der Vorderkante des Druckerwagens **109** grob ausgerichtet zu der vordersten Düse des unter Test stehenden Schreibers angeordnet. Auf diese Weise ist der Sensor **325** positioniert, um das Scannen unmittelbar über das gedruckte Muster zu beginnen. Der Sensor **325** wird aktiviert, Schritt **405**, und über einen unbedruckten Bereich des Papiers bewegt, welcher beleuchtet ist, Schritt **407**. Der Sensor wird sodann kalibriert, Schritt **409**. Die Beleuchtung der LED wird eingestellt bzw. angepaßt, um das Signal von einem unbedruckten Abschnitt des Papiers auf ein Niveau nahe der Sättigung des A/D-Konverters **25** zu bringen; dieses sollte allgemein innerhalb 10% der vollen Zähltoleranz des spezifischen A/D-Konverters geschehen, z.B. einem Null- bis – fünf Voltbereich – und einem 9-Bit-Auflösungs-A/D Konverter, der einen Zählbereich von Null

(0) bis Fünf-Zwölf (512) aufweist. Die Feuerenergie (in Microjoules) angetrieben bzw. erzeugt durch VP für den zu kalibrierenden Schreiber wird durch das Steuermittel **11** auf ihr Maximalniveau für die spezifische Schreiberausbildung eingestellt, Schritt **411**, bei einer im wesentlichen vollen Zählung, um ein Maß für ein relativ „weißes Papier" zu sein.

[0045] Ein Testmuster, wie es beispielsweise in Fig. 5 dargestellt ist, wird gedruckt, Schritt **413**. Das Testmuster **500** kann so ausgebildet sein, daß es zu irgendeiner bestimmten Verwirklichung der vorliegenden Erfindung paßt; in der beispielhaft gezeigten einfachen Ausgestaltung enthält das Muster eine Anordnung einer Reihe aneinandergrenzender Rechtecke, die mit |1| – |N| numeriert sind, wobei jedes benachbarte Rechteck im Schritt **413** bei einem vorgegebenen Verkleinerungsschritt der Feuerenergie gedruckt wird, beispielsweise durch Aufrechterhalten einer konstanten Feuerpulsbreite und inkrementale Verminderung der VP für jedes $\text{Rechteck}_{1\text{-}N}$. Die $\text{Rechtecke}_{1\text{-}N}$ werden in der vollen Höhe des Schreiberschwadens und etwa einer Breite gedruckt, welche doppelt so groß wie diejenige des Sensor **325** – Sichtfeldes entlang der X-Achse ist. Die Rechtecke können mit jeder der Tintenfarben, zusammengesetztem Schwarz oder Pigmentschwarz gedruckt werden. Bis die Feuerenergie schrittweise auf ihr Minimum herabgesetzt worden ist, Schritt **417**, wird die Feuerenergie sequentiell schrittweise verringert, Schritt **415**, und das nächste angrenzende Testmusterobjekt gedruckt, Schritt **413**, bis das Muster **500** – Konstrukt vollendet ist (Schritt **417**, JA-Pfad). In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das finale Testmuster **500** demgemäß eine Anzahl von N-Rechtecken auf, die jeweils eine abnehmende Farbsättigungsdichte haben, welche eine direkte Funktion der Reaktion des Druckkopfes auf die abnehmende Feuerenergie ist, positionsmäßig angeordnet unter Verwendung des Drucker-Kodierstreifens **113**. Es wird darauf verwiesen, daß ein Testmuster auch umgekehrt erzeugt werden kann, wenn der Prozeß mit einer minimalen Feuerenergie gestartet wird und unter deren schrittweiser Erhöhung bis auf die maximale Feuerenergie durchgeführt wird, wenn der Druckkopf **19** in der X-Achse gescannt wird.

[0046] Sobald das Testmuster **500** fertiggestellt ist, wird der Sensor **325** an der Vorderkante des Musters positioniert, d.h. rechtwinklig zum linken Rand (wenn man ein Scannen von links-nach-rechts bei einem in einer Richtung oder in beiden Richtungen arbeitenden Drucker annimmt). Als nächstes wird in einem Schritt **421** der Sensor über das gedruckte Muster **500** gescannt. Das Scannen des Sensors **325** umfaßt ein Bewegen des Wagens **109** über das Muster **500** und ein Aufzeichnen der Reflexion an jeder Kodierstreifen **113** – Stelle entlang des Weges – z.B. alle 0,04 mm –, was Daten schafft, die von der Scangeschwindigkeit unabhängig sind. Die probenhaft aus dem Muster **500** erhaltenen Daten bestehen demgemäß aus der räumlichen Position der Scanachse in Kodierzählungen und entsprechenden Reflexionswerten. Zwischen jedem Scannen des Musters **500** wird das Papier allgemein um einen Abstand vorwärtsbewegt, der kleiner ist als das entsprechende Sichtfeld des Sensors **325**, wobei dem Sensor **325** ein nicht-gescannter Abschnitt des Musters ausgesetzt wird, Schritt **423**. Um in dem probenweise ermittelten Datensatz **422** Störgeräusche herabzusetzen, werden typischerweise drei bis sechs Scans durchgeführt, Schritt **425**. Bei der bevorzugten Ausgestaltung wird eine A/D-Umwandlung der aufgenommenen Reflexionswerte bei jeder Kodierzustandsübertragung ausgelöst – z.B. bei einer Probenrate von etwa 24 Proben/mm bei einer Wagengeschwindigkeit von etwa 150–760 mm/sec, um die Datenbasis der räumlich bezogenen digitalen Reflektionswerte zu erzeugen.

[0047] Der vorhandene räumliche Start des Musters mit den Daten **422** wird bestimmt; dieses ist notwendig, da mechanische Montagetoleranzen nicht ausreichen, um das Sichtfeld des Sensors **325** bezüglich der Schreiber **117A**–**117D** (Fig. 1) genau genug zu positionieren, um eine im wesentlichen perfekte Ausrichtung sicherzustellen. Alternativ kann nur ein Teil jedes gedruckten Blocks des Musters verwendet werden, um eine mechanische Fehlausrichtung zu berücksichtigen (wenn z.B. ein Block eine 80/600-Breite aufweist, können die inneren 40 Punkte verwendet werden). Unbedrucktes Papier wird vor dem Beginn des Musters gescannt, um diese Variante zu berücksichtigen, und sodann werden die erhaltenen Daten zu der vorhandenen Position der ersten Düse ausgerichtet, die mit ausbildungsspezifischer maximaler TOE feuert.

[0048] Die Daten **422** der ausgerichteten Probe werden gemittelt. Zunächst werden die Daten für jeden Scan gemittelt und sodann auf einen Durchschnittsvektor für jedes Rechteck reduziert, z.B. bilden vier gescannte Datensätze mit gemittelten Werten jedes $\text{Rechtecks}_{1\text{-}N}$ vier Werte. Sodann wird ein Mittelwert für jedes Rechteck gebildet, wenn z.B. 80 Codezählungen auf der X-Achse für jedes Rechteck vorliegen, ist der Datensatz jedes Rechtecks bei dem vorliegenden Beispiel 80÷600 breit. Die achtzig gemittelten Datenpunkte werden gemittelt und erzeugen einen zweiten Datensatz **429** für den gesamten gescannten Datensatz, welcher jedes $\text{Rechteck}_{1\text{-}N}$ repräsentiert, wobei z.B. N = 50 ist. In anderen Worten, die achtzig Datenpunkte jedes Rechtecks bilden einen Mittelwert, um einen Wert für jedes Rechteck mit abnehmender Energie zu bilden, welcher ein Maß für eine durchschnittliche Reflexion für jedes $\text{Rechteck}_{1\text{-}50}$ ist. Eine beispielhafte lineare Regressionskurve der durchschnittlichen Datenpunkte, in welcher jeder Punkt ein Rechteck des Musters **500** repräsentiert, ist in Fig. 6 gezeigt, in welcher jeder Punkt ein unterschiedliches Feuerenergieniveau in Abhängigkeit von der Re-

flexion repräsentiert, wobei die höchste Reflexion das zuvor kalibrierte Reflexionsniveau unbedruckten Papiers ist.

[0049] Der zweite Datensatz **429** wird sodann gesichtet, um den erforderlichen minimalen Energiewert (niedrigste Reflexion) **431** und den erforderlichen maximalen Energiewert (höchste Reflexion von unbedrucktem Papier) **432** zu bestimmen.

[0050] Der nächste Schritt **433** besteht darin, den TOE-Schwellwert zu bestimmen, bei dem der TOE-Schwellwert das niedrigste Energieniveau darstellt, bei dem mehr als etwa 10% der Düsen nicht feuern. Der TOE-Schwellwert wird durch Starten mit dem niedrigsten Energiewert, N = 50, bestimmt, und durch Zurückbewegen durch den zweiten Datensatz **429**. Der laufende Durchschnitt der Neigung der Reflexion in Abhängigkeit von der Energie zwischen jedem Niveau über „n" aneinander angrenzenden Datenpunkten wird verwendet – wobei z.B. n = 3 ist, oder ein anderer relevanter Satz aneinandergrenzender Datenpunkte, welcher ein Rauschen eliminiert. Bei dieser beispielhaften Darstellung erfolgt die Übertragung von einer hoch-zu-niedrigen Reflexion, s. das „Knie", zwischen dem Energieschritt Nr. 19 und dem Energieschritt Nr. 21. Das „Knie" in der Kurve befindet sich demgemäß zwischen den Punkten 21 und 20, wo die Neigung der Kurve basierend auf „n" aneinandergrenzenden Datenpunkten den größten positiven Wert hat. Dieses stellt sicher, daß das globale maximale „Knie", welches die TOE-Reaktion repräsentiert, gefunden wurde. Sobald die TOE-Reaktion identifiziert worden ist, wird die TOE-Schrittnummer identifiziert als das erste Energieniveau, bei dem die Neigung unter den TOE-Schwellwert fällt. Bei der beispielhaften Ausgestaltung gemäß **Fig. 6** liegt der maximale Energiewert („EV") **432** bei N = 27, und der niedrigste Energiewert **431** bei N = 5. Um wiederum statistischen Anforderungen zu entsprechen, werden die Testdaten normiert; z.B. ist gesättigte Cyanfarbe dafür bekannt, daß sie experimentell den geringsten Reflexionswert als Subtraktionsprimärfarbe für einen blauen LED-Sensor **325** erzeugt, nämlich etwa 7,5 Zählungen pro abnehmendem Energieschritt. Der $\text{TOE-Schwellwert}_{\text{normiert}}$ wird berechnet als:

$$\text{TOE-Schwellwert}_{\text{normiert}} = [[(\text{EVmax Wert}) - (\text{EV min Wert})] \div [(\text{EVcyan max Wert}) - (\text{EVcyan min Wert})]]\ k, \qquad \text{(Gleichung 3)},$$

wobei kcyan = 7,5 × 100 = 750 ist.

[0051] Der Schwellwert von 7,5 Zählungen/Energieschritt ist typisch für einen Wechsel der Reflexion, wenn mehr als 10% der Düsen eine Fehlzündung mit einem Energieschritt von etwa 0,04 Microjoule für Cyan haben. Offensichtlich erfordert die Verwendung einer unterschiedlichen LED einen unterschiedlichen Normierfaktor k.

[0052] Mit dem zweiten Datensatz **429** und nach Ermittlung des TOE-Schwellwertes aus der Gleichung 3 kann die TOE berechnet werden, Schritt **433**, als:

$$\text{TOE} = \text{Energieniveau am Schritt 0} - [(\text{TOE-Schwellwert-Energieniveau-Schrittnummer})\ (\text{Energiezunahme})] \qquad \text{(Gleichung 4)}.$$

[0053] Der aktuelle TOE-Wert wird sodann bestimmt als der Energiewert mit dem niedrigsten Energieniveau, bei dem mehr als „x" Prozent der Düsen feuern, wobei in dieser beispielhaften Ausgestaltung x = 0,9 bzw. 90% ist. D.h., daß bei einem rückwärtigen statistischen Auszählen von dem zuvor bestimmten „Knie" der aufgebrachte TOE-Wert das erste Energieniveau in dem Energieschritt-Datensatz **429** bildet, bei welchem die Neigung kleiner ist als an dem TOE-Schwellwert. Dieses ist der höchste Energiewert, bei dem die Neigung rückwärtig unter den Schwellwert abnimmt, welcher noch alle Düsen feuert.

[0054] Um eine ordnungsgemäße Betriebsweise und eine höhere Druckqualität sicherzustellen, wird sobald der TOE-Wert bestimmt ist, die vorhandene Druckkopf-Betriebsenergie („OE") eingestellt, Schritt **437**, auf ein vorgegebenes Über-TOE-Niveau, welches mit einer ordnungsgemäßen Feuerimpulsbreite und Feuerspannung VP bevorzugt ist:

$$\text{OE} = 1{,}20 \times \text{TOE} \qquad \text{(Gleichung 5)}.$$

[0055] Die OE **439** wird sodann von dem Düsen-Feueralgorithmus des Steuermittels **11** für Druckoperationen benutzt. Allgemein könnte der Druckkopf mit etwa TOE + 80% (OE = 1,8 × TOE) bis TOE – 5% (OE = 0,05 × TOE) betrieben werden, z.B. zwecks einer farbsparenden Druckmethode, da sie unterhalb des TOE liegt.

[0056] Demgemäß schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zum optischen Be-

stimmen der optimalen Betriebsenergie für den Druckkopf unter Testbedingungen, so daß die automatisch vorgesehene Betriebsenergie eine gewünschte Druckqualität schafft, während sie ein vorzeitiges Ausfallen der Heizwiderstände vermeidet. Die vorhergehende Beschreibung der bevorzugten Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erfolgte zu Zwecken deren Darstellung und Beschreibung. Es ist nicht beabsichtigt, darin erschöpfend zu sein, oder die Erfindung auf die präzise Form oder offenbarten beispielhaften Ausgestaltungen zu beschränken. Offensichtlich sind viele Modifikationen und Variationen für den Fachmann möglich bzw. erkennbar. In ähnlicher Weise sind irgendwelche beschriebenen Prozeßschritte mit anderen Schritten austauschbar, um das gleiche Ergebnis zu erhalten. Die Ausgestaltung wurde gewählt und beschrieben, um die Prinzipien der Erfindung und deren beste praktische Anwendung am besten zu erklären, um damit anderen Fachleuten die Erfindung für zahlreiche Ausgestaltungen und zahlreiche Modifikationen verständlich zu machen, wie sie für die besondere Anwendung oder den Einsatz geeignet sind. Es ist vorgesehen, daß die Erfindung für die Hardware, Software oder Firmware verwendet wird. Es ist vorgesehen, daß die Erfindung durch die beigefügten Ansprüche beschrieben bzw. begrenzt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln der Betriebsenergie eines Tintenstrahldruckkopfes (**117**), mit folgenden Verfahrensschritten:
Drucken (**413**) eines Testmusters mit vorgegebenen Objekten, wobei eine Reihe der Objekte unter Einsatz unterschiedlicher Druckkopf-Abfeuerenergien in einem vorgegebenen Impuls-Energiebereich sequentiell gedruckt wird;
optisches Scannen (**421**) der Reihe von Objekten mit einer Scanvorrichtung;
Verwenden der Scanvorrichtung zum Aufzeichnen eines ersten Datensatzes (**422**), der repräsentativ ist für das Reflexionsvermögen jedes der Objekte;
Ermitteln eines Einschalt-Energiewertes (TOE) aus dem ersten Datensatz (**422**), wobei der Einschalt-Energiewert anzeigt, wenn die Düsen das Abfeuern von Tinte einzustellen beginnen, durch Erzeugen eines zweiten Datensatzes aus N Datenpunkten (**429**) aus dem ersten Datensatz (**422**), wobei der zweite Datensatz das Spektrum der Reflexionswerte in dem Muster angibt;
Auswählen (**431**) eines minimalen Datenpunktes aus dem zweiten Datensatz, der einen Druckkopf-Abfeuerenergieimpuls für den Fall anzeigt, daß keine Druckkopfdüsen abfeuern,
Auswählen (**432**) eines maximalen Datenpunktes aus dem zweiten Datensatz, der einen Druckkopf-Abfeuerenergieimpuls für den Fall anzeigt, daß alle Druckkopfdüsen abfeuern, und
Auswählen (**435**) eines Druckkopf-Abfeuerdatenpunktes aus dem zweiten Datensatz zwischen dem maximalen Datenpunkt und dem minimalen Datenpunkt, der den Einschalt-Energiewert (TOE) anzeigt,
Bestimmen (**437**) der Tintenstrahldruckkopf-Betriebsenergie (OE) als einen vorgegebenen Prozentsatz des Einschalt-Energiewertes (TOE).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Druckens ferner den folgenden Schritt umfaßt:
Anlegen einer Folge von Impulsstößen mit entsprechenden Impulsenergien, die einen Bereich von einem annähernd maximalen Abfeuerenergiewert zu einem annähernd minimalen Abfeuerenergiewert für den Druckkopf (**117**) überspannen, an den thermischen Tintenstrahldruckkopf (**117**).

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei in dem Schritt des Anlegens die Folge eine räumlich in bezug stehende, sequentiell abnehmende oder zunehmende Impulsenergiefolge ist.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit dem weiteren Verfahrensschritt vor dem Schritt des optischen Scannens (**421**):
Kalibrieren (**409**) einer Scanvorrichtung, die in dem Schritt des optischen Scannens (**421**) verwendet wird, durch Scannen eines ungedruckten Bereichs eines Druckmediums, das in dem Verfahren verwendet wird, und Einstellen (**411**) von Scann-Funktionsparametern auf maximale Reflexions-Lese-Designparameter für die Scanvorrichtung.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des optischen Scannens (**421**) der Reihe von Objekten ferner den folgenden Schritt umfaßt:
Ausführen einer Reihe von überlappenden Scans jedes der Objekte.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Schritt des Ermitteln (**435**) ferner den folgenden Schritt umfaßt:
Ableiten (**427**) eines statistischen mittleren Reflexionsvermögens für jedes der Objekte aus dem ersten Datensatz (**422**), um den zweiten Datensatz (**429**) zu erzeugen.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem der Schritt des Auswählens (**435**) eines Druckkopf-Abfeuerdatenpunktes aus dem zweiten Datensatz zwischen dem maximalen Datenpunkt und dem minimalen Datenpunkt, welcher den Einschalt-Energiewert (TOE) angibt, bei dem das Nichtabfeuern von Tintentropfen beginnt, ferner die folgenden Schritte umfaßt:
Anpassen einer Kurve an die N Datenpunkte (**429**) und
ausgehend von einem Datenpunkt, welcher dem minimalen Abfeuerenergiewert entspricht, Durchführen einer Regression durch die N Datenpunkte (**429**), bis eine Veränderung in der Neigung der Kurve auftritt, wobei die Neigung der Kurve gestützt auf n aufeinanderfolgende Datenpunkte ein maximaler positiver Wert des zweiten Datensatzes ist, wobei n > 2 ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1 zum Betreiben eines thermischen Tintenstrahldruckers mit einem Druckkopf, der Tintentropfen-Erzeuger aufweist, die auf elektrische Impulse ansprechen, die an den Druckkopf angelegt werden, wobei die Impulse eine Spannung, eine Impulsbreite und eine Impulsenergie haben, die definiert sind durch eine Spannung, eine Impulsbreite und einen Widerstandswert an dem Druckkopf, und durch einen Tropfen-Erzeuger-Abfeueralgorithmus gesteuert werden, wobei
das Testmuster entlang einer vorgegebenen Achse gedruckt wird, indem an die Tintentropfen-Erzeuger Abfeuerimpulse mit einer Impulsenergie angelegt werden, die im wesentlichen gleich einer vorgegebenen Referenz-Impulsenergie bei einer vorgegebenen Impulsfrequenz ist, beginnend mit einer Impulsenergie, die im wesentlichen gleich der vorgegebenen Referenzenergie ist, und unter inkrementellem Verändern der Impulsenergie der Abfeuerimpulse, so daß Abfeuerimpulse mit zunehmenden oder abnehmenden Impulsenergien sequentiell an den Tropfenerzeuger angelegt werden; und wobei
der erste Datensatz erzeugt wird durch Ermitteln räumlicher Änderungen in dem Reflexionsvermögen des Musters bezogen auf Positionen innerhalb des Musters, wenn eine inkrementelle Änderung der Impulsenergie erfolgt ist, und eine vorgegebene Anzahl von Reflexionsdatenpunkten innerhalb des Musters zwischen Änderungen der Impulsenergie abgetastet wird;
der zweite Datensatz erzeugt wird durch Ermitteln einer vorgegebenen Anzahl von Reflexionswerten des Musters in der vorgegebenen Achse als ein mittlerer Reflexionswert für die vorgegebene Anzahl der Reflexionsdatenpunkte, die ungefähr gleich der Anzahl der Änderung der Impulsenergie ist;
der minimale und der maximale Datenpunkt aus einer Kurve ermittelt werden, die an die vorgegebene Anzahl der Reflexionsdatenpunkte angepaßt ist;
der Druckkopf-Abfeuerdatenpunkt ausgewählt wird, indem aus dem ersten Wert und dem zweiten Wert ein Einschaltenergie-Schwellwert berechnet wird und der Einschalt-Energiewert aus dem Einschaltenergie-Schwellwert und der Kurve berechnet wird; und
dem Schritt des Ermittelns des Druckkopf-Betriebsenergiewertes ein Schritt folgt,
indem dem Tropfen-Abfeueralgorithmus der Druckkopf-Energiewert übergeben wird.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit dem weiteren Schritt: aufgrund des maximalen Datenpunktes (EVmax) und des minimalen Datenpunktes (EVmin), Berechnen des Druckkopf-Einschaltenergie(TOE)-Schwellwertes gemäß der Gleichung:

$$TOE_Schwellwert_{normiert} = \frac{[(EV\max)-(EV\min)]}{[(EV_Referenz_Farb_Maxwert)-(EV_Referenz_Farb_Minwert)]}k$$

wobei k eine Konstante ist, die sich auf eine Referenz-Primärfarbtinte bezieht.

10. Verfahren nach Anspruch 9, mit dem weiteren Schritt:
Berechnen einer Einschaltenergie (TOE_1) für den Druckkopf gemäß der Gleichung:

$TOE_1 = Energie_{Schritt0} - [(TOE_Schwellwertenergieniveau_Schrittanzah)(Energieinkrement)]$,

wobei "Energieinkrement" als die sequentielle Änderung in den verschiedenen Druckkopfabfeuerenergien in einem vorgegebenen Impulsenergiebereich definiert ist.

11. Verfahren nach Anspruch 9, mit dem weiteren Schritt:
Berechnen der Betriebsenergie (OE) für nachfolgende Druckkopf-Druckoperationen gemäß der Gleichung:

$OE = TOE_1\ x$,

wobei x in dem Bereich von ungefähr 0,95–1,8 liegt.

12. Tintenstrahl-Hardcopy-Vorrichtung mit selbstkalibrierender Druckkopfbetriebsenergie, mit folgenden Merkmalen:
ein Tintenstrahldruckkopf mit mehreren Tintenabfeuer-Heizelementen, die Tintenstrahldruckkopf-Düsen zugeordnet sind;
eine gesteuerte Spannungseinrichtung zum Anlegen eines Energieimpulses an die Heizelemente;
eine Steuereinrichtung, die mit der gesteuerten Spannungsvorrichtung verbunden ist, zum Vorsehen eines ersten Datensatzes zum Drucken eines Testmusters mit dem Druckkopf in einer vorgegebenen Achse durch Anlegen von Energieimpulsen an die Heizelemente, welche eine Impulsenergie haben, die im wesentlichen gleich einer vorgegebenen Referenzimpulsenergie bei einer vorgegebenen Impulsfrequenz ist, beginnend mit einer Impulsenergie, die gleich der vorgegebenen Referenzenergie ist, und unter inkrementellem Verändern der Impulsenergie der Abfeuerimpulse, so daß Abfeuerimpulse mit zunehmender oder abnehmender Impulsenergie sequentiell an die Heizelemente angelegt werden;
eine optische Scanvorrichtung zum Erfassen eines ersten Datensatzes, der die Reflexionswerte über dem Muster angibt;
Mittel zum Erzeugen eines zweiten Datensatzes aus N Datenpunkten (**429**) aus dem ersten Datensatz (**422**), wobei der zweite Datensatz das Spektrum der Reflexionswerte in dem Muster angibt;
Mittel zum Auswählen (**431**) eines minimalen Datenpunktes aus dem zweiten Datensatz, der einen Druckkopf-Abfeuerenergieimpuls angibt, bei dem keine Druckkopfdüsen abfeuern,
Auswählen (**433**) eines maximalen Datenpunktes aus dem zweiten Datensatz, der einen Druckkopf-Abfeuerenergieimpuls angibt, bei dem alle Druckkopfdüsen abfeuern, und Auswählen (**435**) eines Druckkopf-Abfeuerdatenpunktes aus dem zweiten Datensatz zwischen dem maximalen Datenpunkt und dem minimalen Datenpunkt, der den Einschaltenergiewert (TOE) angibt; und
Mitteln zum Ermitteln eines Druckkopf-Betriebsenergieimpulswertes (OE) aus dem Einschaltenergiewert (TOE), wobei der Druckkopf-Betriebsenergieimpuls (OE) ein vorgegebener Prozentsatz des Einschaltenergiewertes ist, wobei der Betriebsenergieimpulswert an die Steuereinrichtung für nachfolgende Druckoperationen übergeben wird.

13. Computerprogramm mit Computerprogramm-Code zum Ausführen der Schritte des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

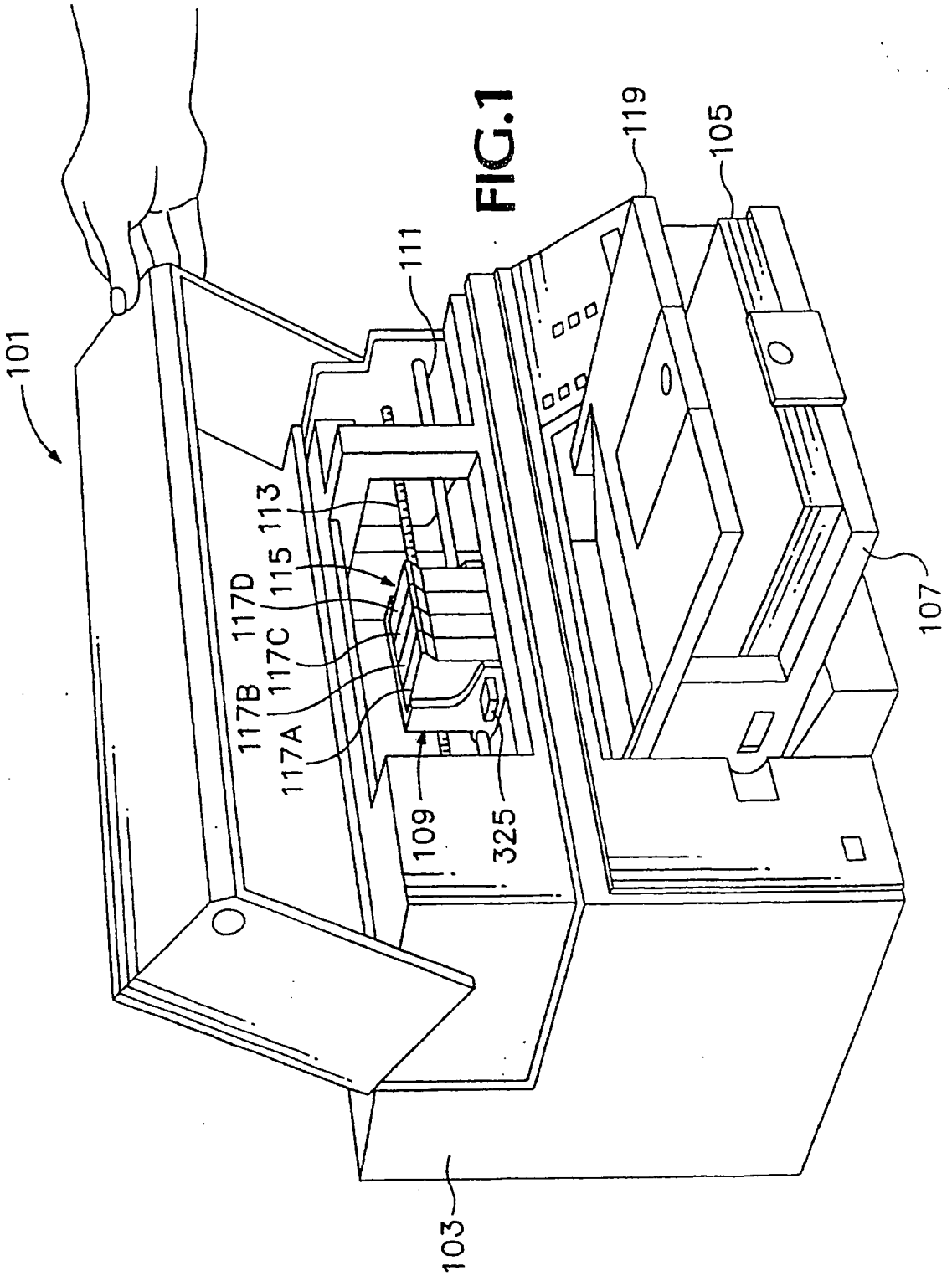


FIG.1

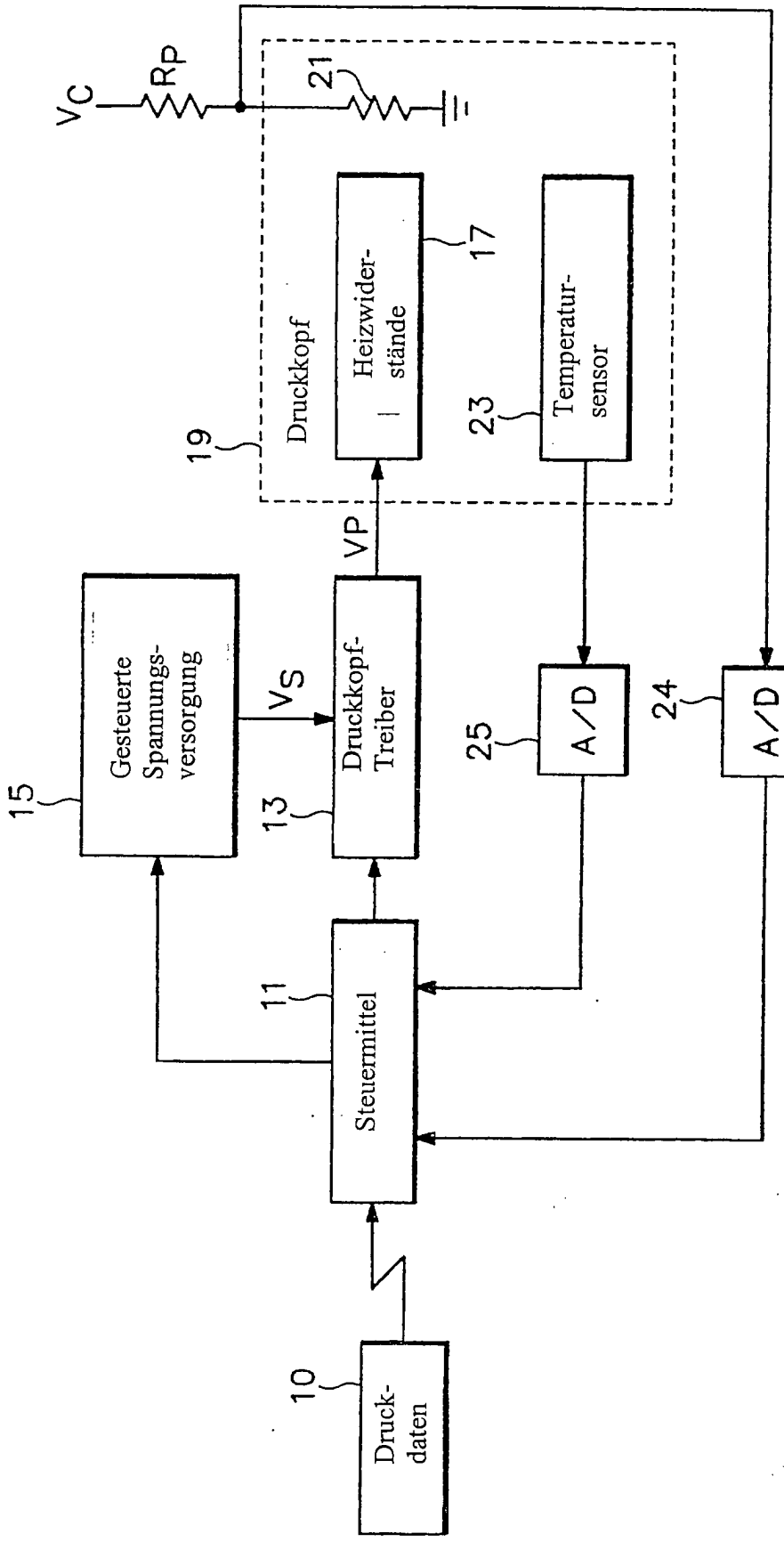
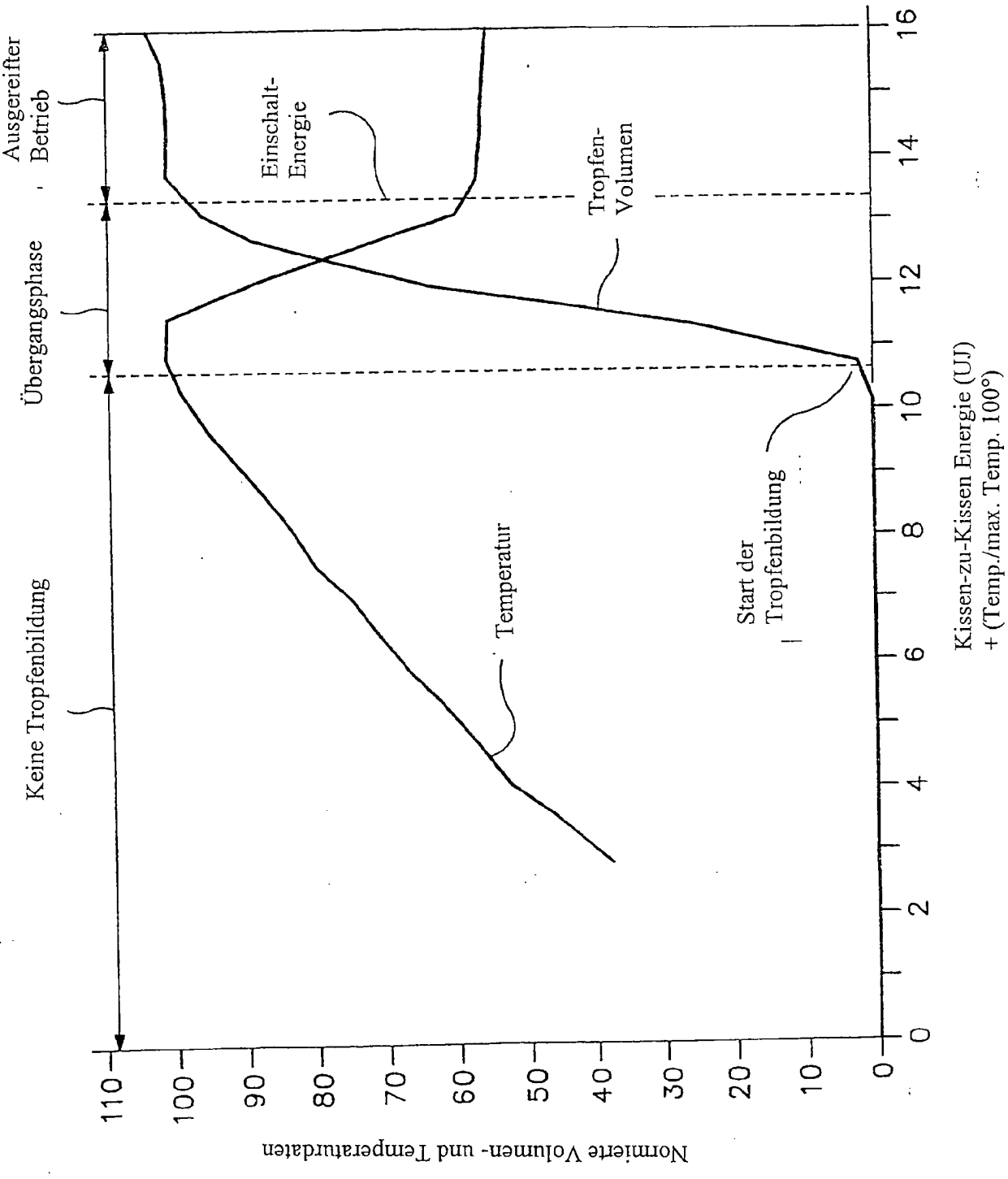


FIG.1A
(Stand der Technik)

FIG.2
(Stand der Technik)



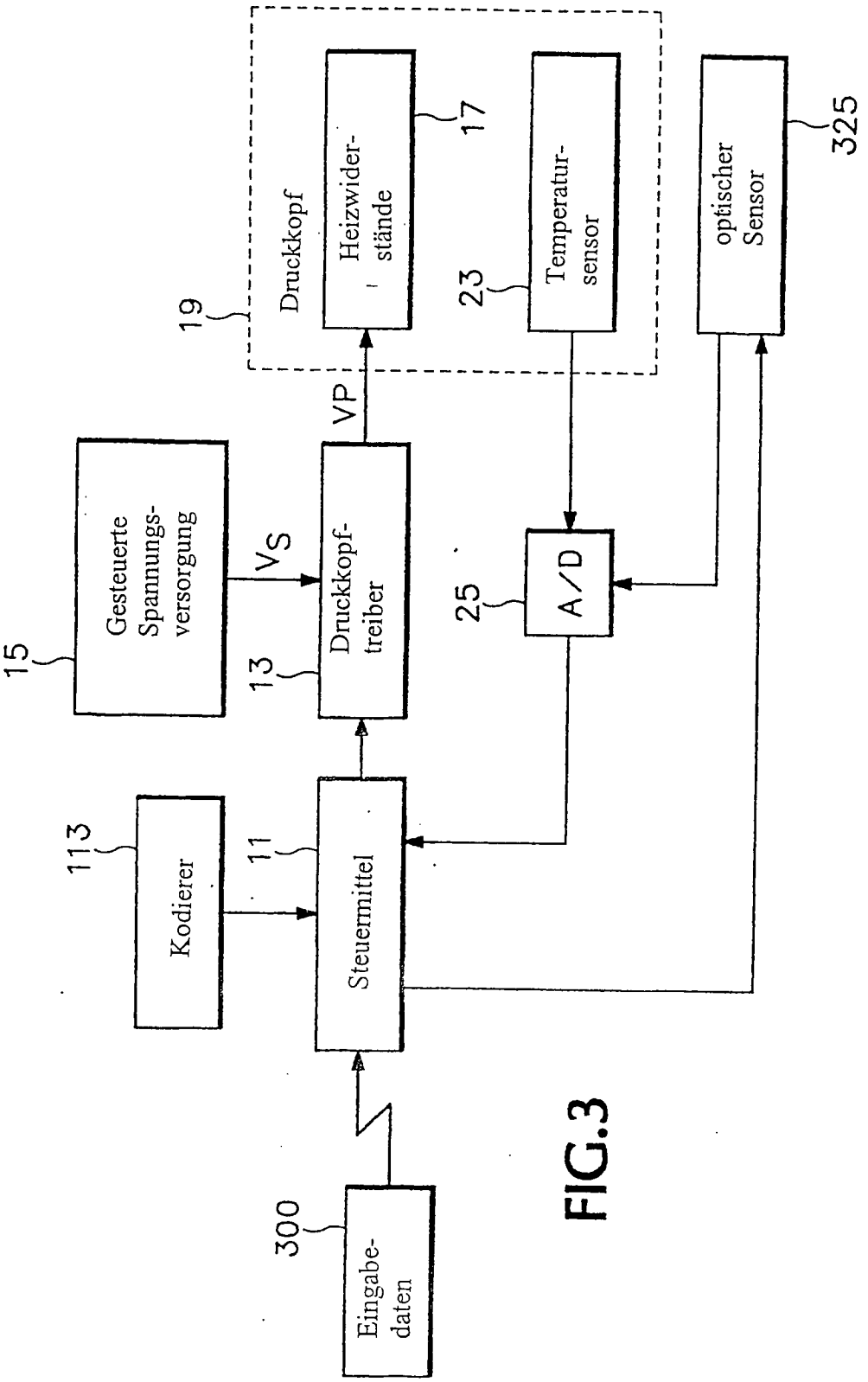

Druckkopf
19
Heizwider-stände
17
Temperatur-sensor
23
optischer Sensor
325
VP
Gesteuerte Spannungs-versorgung
15
VS
Druckkopf-treiber
13
A/D
25
Kodierer
113
11
Steuermittel
300
Eingabe-daten

FIG.3

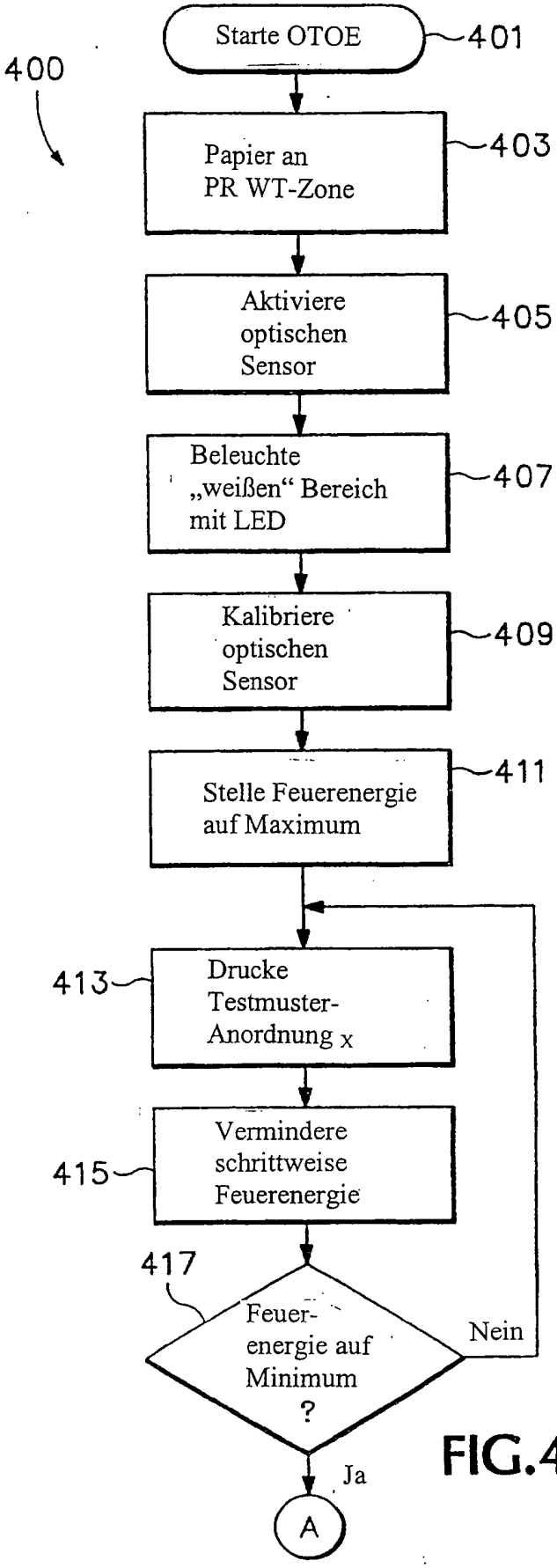

400
Starte OTOE
401
Papier an PR WT-Zone
403
Aktiviere optischen Sensor
405
Beleuchte „weißen“ Bereich mit LED
407
Kalibriere optischen Sensor
409
Stelle Feuerenergie auf Maximum
411
413
Drucke Testmuster-Anordnung x
415
Vermindere schrittweise Feuerenergie
417
Feuer-energie auf Minimum ?
Nein
Ja
A

FIG.4-1

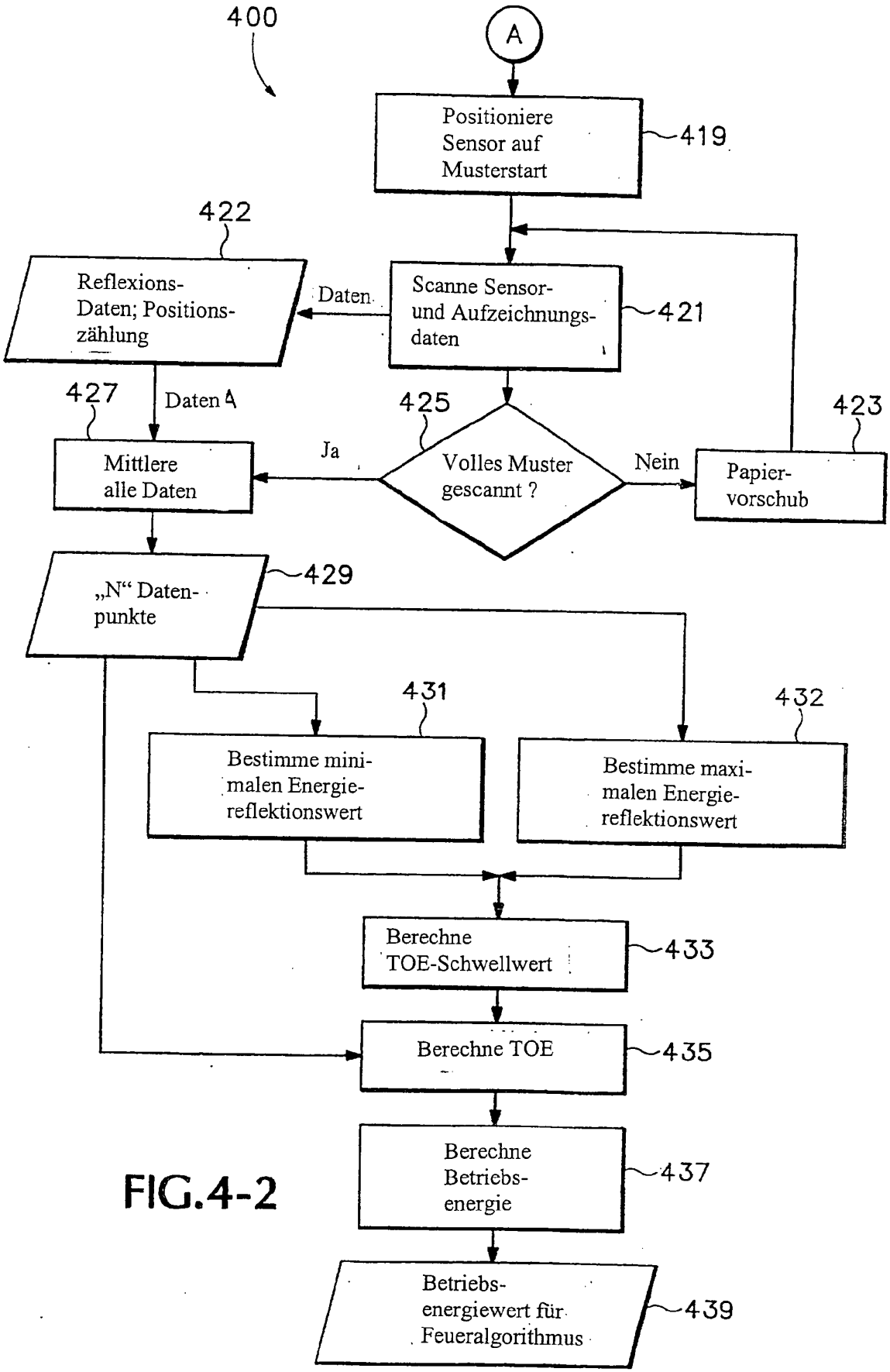

400
A
Positioniere Sensor auf Musterstart
419
422
Reflexions-Daten; Positions-zählung
Daten
Scanne Sensor- und Aufzeichnungs-daten
421
427
Daten A
425
423
Mittlere alle Daten
Ja
Volles Muster gescannt ?
Nein
Papier-vorschub
„N" Daten-punkte
429
431
432
Bestimme mini-malen Energie-reflektionswert
Bestimme maxi-malen Energie-reflektionswert
Berechne TOE-Schwellwert
433
Berechne TOE
435
Berechne Betriebs-energie
437
Betriebs-energiewert für Feueralgorithmus
439

FIG.4-2

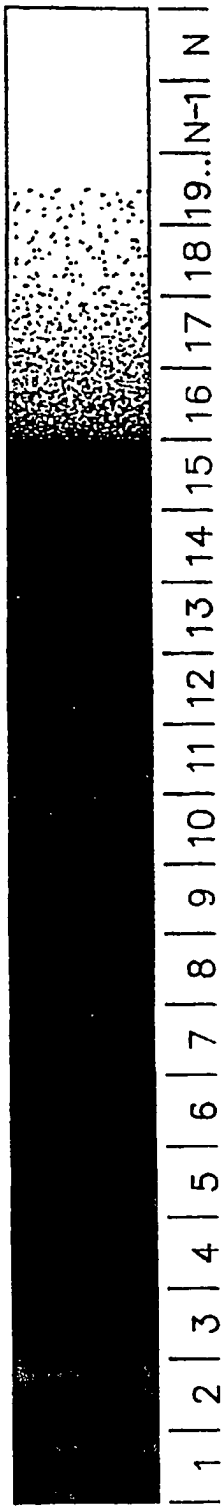

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19..N-1
N

FIG.5

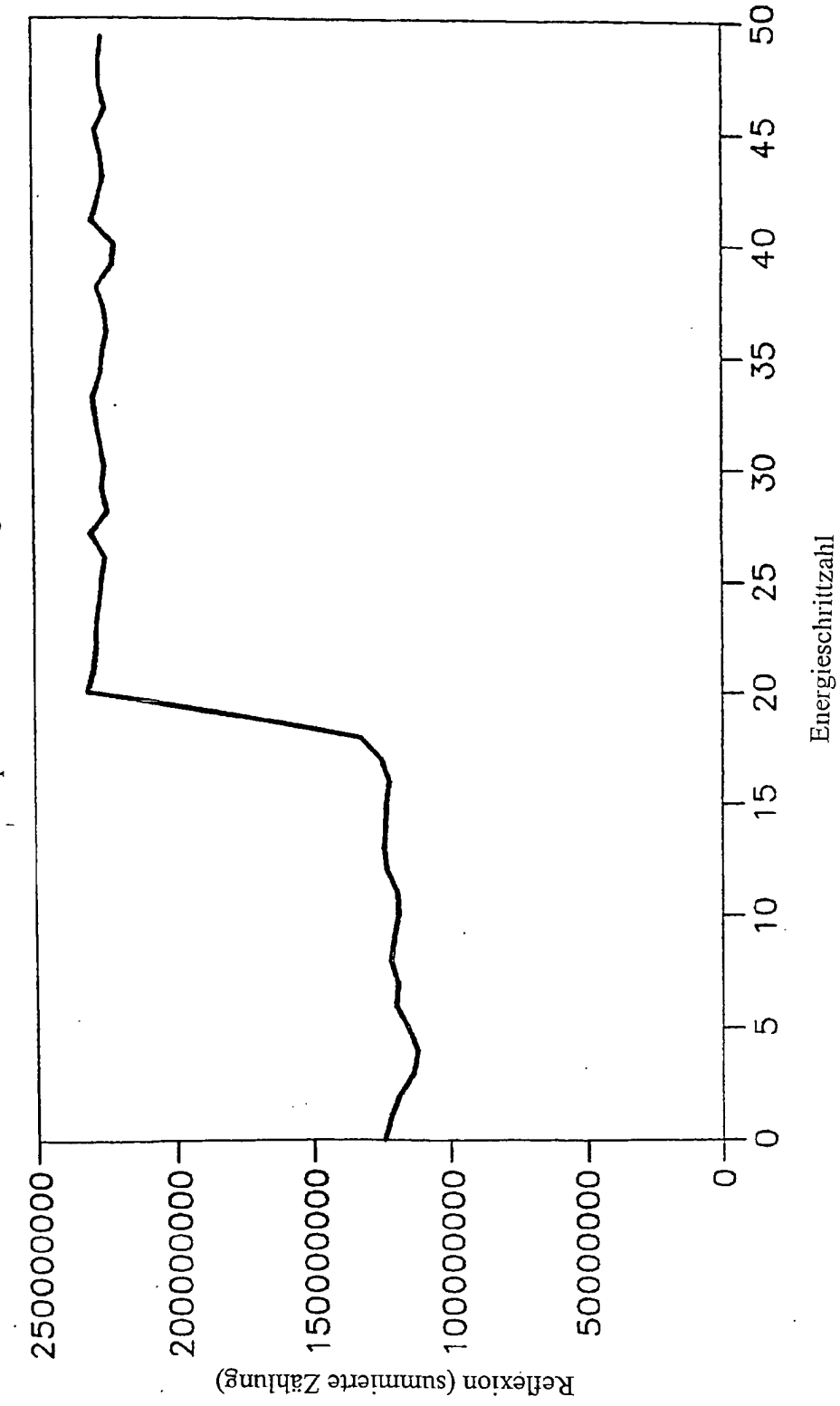

Optische Einschaltenergie
250000000
200000000
150000000
100000000
50000000
0
Reflexion (summierte Zählung)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
Energieschrittzahl

FIG.6