



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 05 780 T2 2004.08.05**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 116 586 B1**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/005**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 05 780.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 204 676.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **21.12.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **18.07.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.10.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.08.2004**

(30) Unionspriorität:

481303 11.01.2000 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

Eastman Kodak Co., Rochester, N.Y., US

(72) Erfinder:

**Sharma, Ravi, Rochester, New York 14650-2201,
US; Lebens, John A., Rochester, New York
14650-2201, US**

(74) Vertreter:

**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und
Rechtsanwälte, 80538 München**

(54) Bezeichnung: **Tintenstrahldrucker**

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

[0001] Die Erfindung bezieht sich allgemein auf einen DOD-Tintenstrahl drucker mit einer Tropfenablöseeinrichtung, die einen Mechanismus aufweist, der das selektive Erzeugen von Mikro-Tintentröpfchen unterstützt.

[0002] Es wurden bereits viele unterschiedliche digital gesteuerte Drucksysteme erfunden, und viele von ihnen werden derzeit auch hergestellt. Diese Drucksysteme arbeiten mit den unterschiedlichsten Betätigungsmechanismen, Tintenarten und Aufzeichnungsmedien. Beispiele heute in Benutzung befindlicher Drucksysteme sind unter anderem: Elektrofotografische Laser-Drucker, elektrofotografische LED-Drucker, Punktmatrix-Impact-Drucker, Thermopapierdrucker, Filmaufzeichnungsgeräte, Thermowachsdruker, Farbdiffusions-Thermotransferdrucker und Tintenstrahl drucker. Bisher haben diese elektronischen Drucksysteme die mechanischen Druckmaschinen jedoch nicht in wesentlichem Umfang verdrängt, obwohl dieses herkömmliche Verfahren sehr aufwändige Einrichtarbeiten erfordert und selten wirtschaftlich durchführbar ist, wenn nicht einige tausend Kopien einer gegebenen Seite zu drucken sind. Es besteht daher ein Bedarf an verbesserten digital gesteuerten Drucksystemen, die in der Lage sind, Farbbilder hoher Qualität mit hoher Geschwindigkeit, kostengünstig und unter Verwendung von Normalpapier herzustellen.

[0003] Heute ist der Tintenstrahl druck zum Beispiel wegen seiner berührungsfreien Arbeitsweise, geringen Geräuscentwicklung, der Verwendung von Normalpapier und auch weil keine Tonerübertragung und keine Fixierung stattfinden, als herausragende Option im Bereich des digital gesteuerten elektronischen Drucks anerkannt. Tintenstrahl drucksysteme lassen sich unterteilen in solche, die mit einem kontinuierlichen Tintenstrahl arbeiten und solche, bei denen Tintentropfen nach Bedarf abgegeben werden. Das kontinuierliche Tintenstrahl drucken ist bereits mindestens seit 1929 bekannt; siehe US-A-1 941 001, erteilt an Hansell.

[0004] Bei DOD-Tintenstrahl druckern werden zum Erzeugen eines Bildes Tintentropfen selektiv auf ein Druckmedium ausgestoßen. Drucker dieser Art weisen normalerweise einen Druckkopf mit einer Düsenanordnung auf, wobei jeder Düse Tinte zugeführt wird. Die Düsen stehen jeweils mit einer Kammer in Verbindung, die in Abhängigkeit von einem elektrischen Impuls so unter Druck gesetzt werden kann, dass sie am Düsenauslass einen Tintentropfen erzeugt. Viele dieser Drucker verwenden zum Erzeugen des für die Ausbildung eines Tintentropfens erforderlichen kurzzeitigen Druckes piezoelektrische Wandler. Beispiele derartiger Drucker sind in US-A-4 646 106 und 5 739 832 beschrieben.

[0005] Zwar sind derartige piezoelektrische Wandler in der Lage, die für den zweckmäßigen DOD-Druck erforderlichen kurzzeitigen Drücke zu er-

zeugen, sie sind aber relativ schwierig und aufwändig herzustellen, weil die (aus einem spröden keramischen Material bestehenden) piezoelektrischen Kristalle präzisionsbearbeitet und präzise hinter den sehr kleinen, mit den jeweiligen Tintenstrahldüsen des Druckers verbundenen Tintenkammern installiert werden müssen. Außerdem sind für das wirksame Treiben piezoelektrischer Wandler in solchen Druckern jeweils hohe elektrische Spannungen und starke elektrische Impulse nötig.

[0006] Um diese Nachteile zu überwinden, hat man DOD-Drucker entwickelt, die mit thermisch betätigten Rührarmen arbeiten. Jeder Rührarm weist zwei ungleiche Metalle und ein damit verbundenes Heizelement auf. Wird an das Heizelement ein elektrischer Impuls angelegt, führt der unterschiedliche Dehnungskoeffizient der beiden ungleichen Metalle dazu, dass diese sich ähnlich wie ein Bimetall-Thermometer, jedoch sehr viel schneller, krümmen. Mit den ungleichen Metallen ist ein Rührarm verbunden, der das kurzzeitige Krümmen dieser Metalle in eine Druckwelle umwandelt, die einen Tintentropfen wirksam aus dem Düsenauslass ausstößt.

[0007] Während diese thermischen Rührarm-Wandler die wesentlichen Nachteile piezoelektrischer Wandler dadurch überwinden, dass sie leichter herzustellen sind und weniger Strom verbrauchen, weisen sie jedoch leider nicht die Langlebigkeit piezoelektrischer Wandler auf. Außerdem erzeugen sie keinen so starken und scharfen mechanischen Impuls in der Tinte, was zu geringerer Tropfengeschwindigkeit und geringerer Genauigkeit bezüglich des Auftreffens des Tropfens an einer gewünschten Stelle des Abbildungsmediums führt. Außerdem arbeiten thermisch betätigte Rührarme wegen ihrer vorstehend erwähnten geringeren Leistung nicht gut in relativ dickflüssigen Tinten.

[0008] Bei einem weiteren, in EP 0 933 212 A2 beschriebenen bekannten Drucker weist der Drucker einen Wandler auf, der eine Tintenmasse so unter Druck setzt, dass aus der Tintenmasse ein Tintenmeniskus herausragt. Zum Verringern der Oberflächenspannung des Meniskus ist eine Tintenablöseeinrichtung vorgesehen. Die Ablöseeinrichtung ist als um die Düsenöffnung herum angeordnetes Heizelement ausgebildet. Bei sämtlichen Ausführungsformen dieser Beschreibung besteht der Wandler aus einem einzelnen Wandler, der eine einer Vielzahl von Düsen gemeinsame Flüssigkeitsmasse unter Druck setzt. Ein mit einem solchen Wandler verbundenes Problem besteht darin, dass wegen der Geometrie eines Strahls, der in der Mitte stärker gewölbt ist und sich mit der Entfernung von der Strahlmitte weniger bewegt, die Wahrscheinlichkeit einer ungleichmäßigen Bewegung der Menisken besteht.

[0009] Eine Aufgabe der Erfindung besteht darin, einen verbesserten DOD-Drucker bereitzustellen, der mit thermisch betätigten Rührarmen arbeitet, dabei aber in der Lage ist, zur Verbesserung der Druckgenauigkeit Tintentropfen mit höherer Geschwindig-

keit und größerer Kraft auszustoßen und den Drucker auch für Tinten höherer Viskosität geeignet zu machen.

[0010] Angesichts der vorstehend genannten Aufgabe ist die Erfindung in den verschiedenen beiliegenden Ansprüchen definiert.

[0011] Die Erfindung überwindet alle vorstehend genannten Probleme durch eine Tropfen-Ablöseeinrichtung, bestehend aus einer Kombination aus Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung und Tropfenablöseeinrichtung. Die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung ist mit der Tinte in der Düse verbunden und arbeitet derart, dass sie die Energiemenge senkt, die für die Ausbildung eines Tropfens und das Ablösen des Tropfens von einem sich über einen Düsenauslass erstreckenden Meniskus erforderlich ist. Die Tropfenablöseeinrichtung arbeitet mit der Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung derart zusammen, dass sich jeweils selektiv ein Tintentropfen ausbildet und von dem Tintenmeniskus löst.

[0012] Die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung weist um den Düsenauslass herum angeordnete Heizelemente auf, die an die Tinte in der Düse einen Wärmeimpuls anlegen.

[0013] Bei der Tropfenablöseeinrichtung handelt es sich um einen thermisch betätigten Rührarm.

[0014] Durch die zusammenwirkende Kombination von Rührarm-Wandlern und Heizeinrichtungen werden in vorteilhafter Weise die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Tropfenablösung erhöht, die Lebensdauer des Druckers verlängert und die Herstellung des Druckers im Vergleich zu bekannten Druckern, die ausschließlich mit einem jeweils eigenen präzisionsgefertigten piezoelektrischen Wandler in den einzelnen Düsen des Druckers arbeiten, erleichtert und verbilligt.

[0015] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0016] Es zeigen:

[0017] **Fig. 1** eine geschnittene Seitenansicht einer Düse eines herkömmlichen DOD-Druckkopfs, bei dem für die Erzeugung und den Ausstoß von Tintentropfen in jeder Düse ein thermisch betätigter Rührarm vorgesehen ist;

[0018] **Fig. 2** eine geschnittene Seitenansicht einer Druckkopfdüse mit der erfindungsgemäßen Tropfenablöseeinrichtung mit der Kombination eines thermisch betätigten Rührarms für die Erzeugung eines oszillierenden Meniskus im Düsenauslass und eines um den Düsenauslass herum angeordneten ringförmigen Heizelements;

[0019] **Fig. 3** eine Abwandlung der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform der Erfindung, wobei das ringförmige Heizelement nicht auf der Oberfläche der Düsenplatte, sondern um die Seitenwände des Düsenauslasses herum angeordnet ist;

[0020] **Fig. 4A** eine geschnittene Seitenansicht einer nicht von der Erfindung abgedeckten Druckkopfdüse;

[0021] **Fig. 4B** eine Ausführungsform der Erfindung, bei der das ringförmige Heizelement um die Seitenwände des Düsenauslasses herum angeordnet ist;

[0022] **Fig. 5** eine geschnittene Seitenansicht einer Druckkopfdüse gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, wobei die Tropfenablöseeinrichtung aus der Kombination eines thermisch betätigten Rührarms und einer Zuführeinrichtung für ein oberflächenaktives Mittel besteht, die kontinuierlich einen dünnen Film eines oberflächenaktiven Mittels auf der Außenfläche des Druckkopf verteilt;

[0023] **Fig. 6A** eine nicht von der Erfindung abgedeckte Druckkopfdüse; und

[0024] **Fig. 6B** eine Abwandlung der Erfindung.

[0025] In **Fig. 1** weist ein bekannter Druckkopf **1** im Allgemeinen ein vorderes Trägermaterial **3** mit einer Außenfläche **4** sowie ein hinteres Trägermaterial **5** mit einer hinteren Oberfläche **6** auf, wobei in den verschiedenen Figuren gleiche Teile jeweils mit denselben Bezugsziffern gekennzeichnet sind. Zwischen den Trägermaterialien **3**, **4** ist eine Vielzahl von Düsen **7** angeordnet, von denen nur eine dargestellt ist. Die Düsen weisen jeweils untere, sich verjüngende Seitenwände **11** und obere, zylindrische Seitenwände **13** auf. Die oberen Seitenwände **13** bilden einen kreisförmigen Düsenauslass **15** aus.

[0026] Zwischen den Trägermaterialien **3**, **4** ist ein Tintenkanal **17** vorgesehen, der dem Inneren der Düse **7** einen Tintenvorrat zuführt. Die flüssige Tinte bildet um die den Düsenauslass **15** definierenden oberen Seitenwände **13** herum einen konkaven Meniskus **19** aus. In der bekannten Anordnung ist jede Düse **7** mit einer Tropfenablöseeinrichtung **20** ausgestattet, die in **Fig. 1** als thermisch betätigter Rührarm **21** dargestellt ist. Im Betrieb wird an den Schaft des Rührarms **21** ein elektrischer Impuls angelegt. Der Impuls seinerseits erzeugt einen Wärmeimpuls, der den Schaft des Rührarms **21** kurzzeitig aufheizt. Da der Schaft des Rührarms aus zwei Materialien mit unterschiedlichen Dehnungskoeffizienten besteht, krümmt er sich als Reaktion auf den Wärmeimpuls kurzzeitig in die gestrichelt dargestellte Stellung. Die Schockwelle, die die Krümmungsbewegung des Rührarms **21** auf die flüssige Tinte in der Düse **7** überträgt, führt zur Ausbildung und zum Ausstoß eines Mikro-Tintentropfens **23** (gestrichelt dargestellt) aus dem Druckkopf **1**. Leider stoßen derartige thermisch betätigte Rührarme **21** im Allgemeinen Mikrotropfen **23** dieser Art nicht mit ausreichender Geschwindigkeit und Genauigkeit auf das (nicht dargestellte) Druckmedium aus.

[0027] Die Erfindung stellt eine Verbesserung gegenüber der in **Fig. 1** dargestellten Tropfenablöseeinrichtung **20** dar. In **Fig. 2** besteht die erfindungsgemäße Tropfenablöseeinrichtung **25** aus der Kombination einer Tropfenablöseeinrichtung **27** und einer Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30**. Bei dieser Ausführungsform besteht die Tropfenablöseeinrichtung **27** ebenfalls aus einem thermisch betätigten Rührarm **28**, wie er unter Bezugnahme auf

Fig. 1 beschrieben wurde. Die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** besteht aus einer Heizeinrichtung **31** mit einem ringförmigen Heizelement **32**, das den Düsenauslass **15** eng umgibt. Eine Heizeinrichtung dieser Art lässt sich leicht mittels CMOS-Technologie in die Oberfläche **4** des Druckkopfs integrieren. Wenn ein elektrischer Impuls durch das ringförmige Heizelement **32** geleitet wird, erzeugt die Heizeinrichtung **31** einen kurzzeitigen Wärmeimpuls, der seinerseits die Oberflächenspannung der Tinte im Bereich des Meniskus **19** verringert.

[0028] Im Betrieb werden durch gleichzeitiges Anlegen eines elektrischen Impulses an den thermisch betätigten Rührarm **28** und die Heizeinrichtung **31** Mikro-Tintentropfen erzeugt. Der Rührarm **28** krümmt sich dabei sofort in die gestrichelt dargestellte Stellung, während der durch das ringförmige Heizelement **32** erzeugte Wärmeimpuls die Oberflächenspannung der Tinte im Meniskus **19** und damit die Energiemenge senkt, die erforderlich ist, um einen Tintentropfen **23** zu erzeugen und aus dem Düsenauslass **15** auszustoßen. Im Endergebnis wird ein Tintentropfen **23** mit hoher Geschwindigkeit aus dem Düsenauslass **15** ausgestoßen, wodurch der Tropfen mit besserer Genauigkeit an der beabsichtigten Position auf einem Druckmedium auftrifft. Außerdem ist die im thermisch betätigten Rührarm **28** entstehende Spannung während der Erzeugung und des Ausstoßens des Tintentropfens geringer als wenn keine Heizeinrichtung **31** zur Unterstützung der Ausbildung von Tintentropfen vorhanden wäre. Dadurch verlängert sich die mechanische Lebensdauer des thermisch betätigten Rührarms **28**.

[0029] **Fig. 3** zeigt eine Abwandlung der in **Fig. 2** dargestellten Ausführungsform der Erfindung, bei der die Heizeinrichtung **37** ein ringförmiges Heizelement **38** aufweist, das die oberen zylindrischen Seitenwände **13** der Düse **7** umgibt. Zwar ist eine derartige Abwandlung der Erfindung etwas schwieriger herzustellen, sie bietet aber den Vorteil, dass sie den vom Heizelement **38** erzeugten Wärmeimpuls effektiver auf die den Meniskus **19** ausbildende Tinte überträgt. In jeder anderen Hinsicht entspricht die Arbeitsweise der Abwandlung der Erfindung gemäß **Fig. 3** der unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschriebenen Funktion.

[0030] **Fig. 4A** zeigt eine nicht von der Erfindung abgedeckte Vorrichtung. Hier besteht die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** der Tropfenablöseeinrichtung **25** aus einer Zuführeinrichtung **40** für ein oberflächenaktives Mittel, deren Funktion darin besteht, die Oberflächenspannung der Tinte im Meniskus **19** statt durch einen Wärmeimpuls, wie dies vorstehend beschrieben wurde, durch ein flüssiges oberflächenaktives Mittel zu senken. Die Zuführeinrichtung **40** für das oberflächenaktive Mittel weist eine Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel auf (bei der es sich auch um eine Mikropumpe handeln kann, die in der Lage ist, Mikrotröpfchen eines flüssigen oberflächenaktiven Mittels nach Bedarf zu erzeugen), deren Ausgang mit einer Bohrung

44 verbunden ist, die in die oberen zylindrischen Seitenwände **13** der Düse **7** führt. Die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel ihrerseits ist mit einem Vorratsbehälter **48** für das oberflächenaktive Mittel verbunden. Die Arbeitsweise dieser Vorrichtung ist insofern ähnlich jener, die unter Bezugnahme auf **Fig. 2** beschrieben wurde, als zu dem Zeitpunkt, in dem die Ausbildung eines Tintentropfens gewünscht wird, elektrische Betätigungsimpulse gleichzeitig an den thermisch betätigten Rührarm **28** und die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel angelegt werden. Der Rührarm **28** krümmt sich in die gestrichelt dargestellte Stellung, während die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel ein kleines Tröpfchen eines flüssigen oberflächenaktiven Mittels durch die Bohrung **44** an die den Meniskus **19** ausbildende Tinte abgibt. Da das oberflächenaktive Mittel die Oberflächenspannung der Tinte im Meniskus **19** senkt, sinkt dadurch zum Zeitpunkt der Betätigung des thermisch betätigten Rührarms **28** auch die zur Ausbildung und zum Ausstoßen eines Tintentropfens erforderliche Energie. Der entstehende Tintentropfen **23** wird daher mit höherer Geschwindigkeit ausgestoßen, und dies wiederum führt zu einem präziseren Druckvorgang.

[0031] **Fig. 4B** zeigt eine Abwandlung der Vorrichtung gemäß **Fig. 4A**, wobei der Unterschied darin besteht, dass die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** zusätzlich eine Heizeinrichtung **50** aufweist. Bei dieser Abwandlung wird gleichzeitig mit dem Anlegen elektrischer Impulse an die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel und den thermisch betätigten Rührarm **28** ein elektrischer Impuls an das ringförmige Heizelement **52** der Heizeinrichtung **50** angelegt. Der daraus resultierende, durch die Heizeinrichtung **50** erzeugte Wärmeimpuls unterstützt die Absenkung der Oberflächenspannung der den Meniskus **19** ausbildenden Tinte durch die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel. Da die Kombination aus der Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel und der Heizeinrichtung **50** die Oberflächenspannung in der den Meniskus **19** ausbildenden Tinte noch stärker senkt als die Einspritzeinrichtung **42** für das oberflächenaktive Mittel allein, kann bei dieser Abwandlung der Erfindung ein Tintentropfen **23** mit noch größerer Geschwindigkeit erzeugt und ausgestoßen werden, als dies bei aus der Ausführungsform gemäß **Fig. 4A** ausgestoßenen Tintentropfen der Fall ist.

[0032] **Fig. 5** zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Hier besteht die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** aus einer Zuführeinrichtung **54** für ein oberflächenaktives Mittel, die nicht, wie unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** und **4B** beschrieben wurde, mit einer Einspritzeinrichtung **42**, sondern mit einem Filmverteiler **56** für das oberflächenaktive Mittel arbeitet. Der Filmverteiler **56** kann aus einem beliebigen Mechanismus bestehen, der in der Lage ist, einen flüssigen (oder auch festen, schmelzbaren) Film eines oberflächenaktiven Mittels auf der Außen-

fläche **4** des Druckkopfs **1** aufrechtzuerhalten und auf diese Weise einen oberflächenaktiven Film **58** zu erzeugen. Der Filmverteiler **56** ist mit einer Pumpe **60** verbunden, die ihrerseits mit einem Vorratsbehälter **64** für das oberflächenaktive Mittel in Verbindung steht. Der Filmverteiler **56** kann zum Beispiel aus einem aus Mikrorohren bestehenden Verteiler oder aus über der Außenfläche **4** angebrachten gewellten Wandungen bestehen, durch die kleine Tröpfchen eines flüssigen oberflächenaktiven Mittels kontinuierlich auf der Oberfläche **4** verteilt werden. Konstruktionen zum Aufbringen und Aufrechterhalten eines dünnen Flüssigkeitsfilms eines oberflächenaktiven Mittels auf der Oberfläche **4** sind bereits bekannt und als solche nicht Bestandteil dieser Erfindung.

[0033] Im Gegensatz zur Arbeitsweise der unter Bezugnahme auf **Fig. 4A** und **4B** beschriebenen Ausführungsform ist es bei dieser Ausführungsform nicht nötig, zu dem Zeitpunkt, zu dem die Erzeugung eines Tintentropfens gewünscht wird, gleichzeitig einen elektrischen Impuls an die Zuführeinrichtung **54** für das filmartige oberflächenaktive Mittel anzulegen. Stattdessen braucht nur der Rührarm **28** durch Anlegen eines elektrischen Impulses aktiviert zu werden, so dass er sich in die gestrichelt dargestellte Stellung krümmt. Wegen der ständigen Berührung zwischen dem oberflächenaktiven Film **58** und dem Tintenmeniskus **15** wird die für die Erzeugung und das Ausstoßen eines Tintentropfens **23** nötige Energie dadurch wesentlich verringert. Im Endergebnis erzeugt der thermisch betätigte Rührarm **28** einen Tintentropfen höherer Geschwindigkeit, als dies ohne Unterstützung durch die Zuführeinrichtung **54** für das filmartige oberflächenaktive Mittel der Fall wäre, und dies bei geringerer mechanischer Belastung des Rührarms.

[0034] Bei dieser Ausführungsform der Erfindung ist auch eine Heizeinrichtung **66** vorgesehen. Vorzugsweise weist diese Heizeinrichtung **66** um die oberen zylindrischen Seitenwände **13** der Düse **7** herum ein ringförmiges Hezelement **68** auf. Diese Position der Heizeinrichtung ist bevorzugt, da eine Anbringung des Hezelements auf der Oberfläche **4** den Fluss des oberflächenaktiven Mittels in den Meniskus **19** stören könnte. Bei dieser Abwandlung der Erfindung werden zum Erzeugen und Ausstoßen eines Tintentropfens **23** elektrische Impulse gleichzeitig sowohl dem ringförmigen Hezelement **68** als auch dem thermisch betätigten Rührarm **28** zugeführt. Wie bei der Ausführungsform der Erfindung gemäß **Fig. 4B** führt auch hier die Kombination der Zuführeinrichtung **54** für das oberflächenaktive Mittel mit der Heizeinrichtung **66** zu einer höheren Geschwindigkeit des Tintentropfens **23**, als wenn die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** nur aus der Zuführeinrichtung **54** für das oberflächenaktive Mittel bestünde.

[0035] Aus **Fig. 6A** ist ersichtlich, dass die Tropfenablöseeinrichtung **25** der nicht durch die Erfindung abgedeckten Vorrichtung eine Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** in Form eines piezoelektrischen Wandler **70** aufweisen kann, der mecha-

nisch mit der hinteren Oberfläche **6** des hinteren Trägermaterials **5** des Druckkopfs **1** gekoppelt ist. Dem piezoelektrischen Wandler **70** werden eine Reihe relativ hochfrequenter elektrischer Impulse zugeführt, so dass sich der Tintenmeniskus periodisch von der konkaven Stellung **19** in eine konvexe Stellung **34** wölbt. Dabei ist zu beachten, dass die Stärke der an den Wandler **70** angelegten Impulse so gewählt wird, dass die sich ergebende Schwingungsenergie ausreicht, periodisch einen konvexen Meniskus **34** zu erzeugen, jedoch nicht ausreicht, einen Tintentropfen zu erzeugen und abzulösen. Wird die Erzeugung eines Tintentropfens gewünscht, wird zu dem Zeitpunkt, zu dem der piezoelektrische Wandler **70** einen konvexen Meniskus **34** in der Tinte erzeugt, ein elektrischer Impuls an den thermisch betätigten Rührarm **28** angelegt. Aufgrund der durch den piezoelektrischen Wandler **70** erzeugten zusätzlichen kinetischen Energie in der Tinte wird auf diese Weise ein Tintentropfen **23** mit höherer Geschwindigkeit erzeugt und ausgestoßen, als dies bei ausschließlichen Einsatz des Rührarms **28** der Fall wäre. Zeitgeberschaltungen, die in der Lage sind, dem Rührarm **28** elektrische Impulse zuzuführen, wenn der Wandler **70** den vorstehend beschriebenen konvexen Meniskus **34** erzeugt, sind bereits bekannt und als solche nicht Bestandteil der Erfindung. Gemäß der gestrichelten Darstellung kann die in **Fig. 6A** dargestellte Vorrichtung um eine Zuführeinrichtung **72** für ein filmartiges oberflächenaktives Mittel ergänzt werden, um die Geschwindigkeit des ausgestoßenen Tintentropfens **23** noch weiter zu erhöhen.

[0036] Die in **Fig. 6B** dargestellte Ausführungsform der Erfindung weist eine (gestrichelt dargestellte) Heizeinrichtung **75** um den Düsenauslass **15** herum auf. Die Heizeinrichtung **75** der in **Fig. 6B** dargestellten Ausführungsform erzeugt einen Tintentropfen **23** höherer Geschwindigkeit als dies sonst möglich wäre, wenn die Tropfenbildungs-Unterstützungseinrichtung **30** nur aus dem piezoelektrischen Wandler **70** bestünde.

Patentansprüche

1. Tintenstrahldrucker mit einem Tintenstrahldruckkopf (**1**), der eine Vielzahl von Düsen aufweist, von denen jede Düse (**7**) einen Auslass (**15**) aufweist; einen Tintenvorratskanal (**17**) zum Transportieren flüssiger Tinte zu jeder Düse; ein einer jeden Düse zugeordnetes Hezelement (**31**, **37**), das bei Erwärmung wahlweise einen Heizimpuls abgibt, um Tinte in der jeweiligen Düse zu erwärmen und die Oberflächenspannung in einem Tintenmeniskus derart zu verringern, dass ein Tintentropfen aus der jeweiligen Düse austritt; **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hezelement am Auslass oder an den Seitenwänden der Düse angeordnet ist, und dass eine Vielzahl thermisch betätigter Rührarme vorgesehen ist, von denen jeder Rührarm (**21**) einer einzel-

nen, jeweils anderen Düse zugeordnet und derart aufheizbar ist, dass er sich bewegt und einen entsprechenden Meniskus an einer entsprechenden Düse bildet, wobei die Kombination aus einer Bewegung des Rührarms und einer Erwärmung des Meniskus bewirkt, dass ein Tropfen aus der jeweiligen Düse austritt.

2. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement den Düsenauslass im wesentlichen umgibt.

3. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenauslass an einer äußeren Fläche des Druckkopfs endet und das Heizelement den Auslass an der äußeren Fläche umgrenzt.

4. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse Seitenwände umfasst, die im Auslass enden, und dass das Heizelement die Seitenwände umgrenzt.

5. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zuführvorrichtung (**40**, **54**) für ein oberflächenaktives Mittel vorgesehen ist, die der Tinte das oberflächenaktive Mittel in der Düse oder am Düsenauslass zuführt.

6. Tintenstrahldrucker nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführvorrichtung eine Einspritzvorrichtung (**42**) aufweist, die mit dem Inneren der Düse in Wirkverbindung steht, um das oberflächenaktive Mittel in einem Augenblick in die Düse einzuspritzen, in dem die Bildung eines Tintentropfens und seine Ablösung erwünscht sind.

7. Tintenstrahldrucker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Rührarm aus zwei verschiedenen Metallen besteht und jeweils ein an ihm angeschlossenes Heizelement umfasst.

8. Verfahren zum Erzeugen von Tintentropfen in einem Tintenstrahldrucker, mit dem Schritt: Bereitstellen eines Tintenstrahldruckkopfs, der eine Vielzahl von Düsen aufweist, von denen jede Düse einen Auslass aufweist; und ein jeder Düse zugeordnetes Heizelement, das wahlweise einen Heizimpuls abgibt, um Tinte in der jeweiligen Düse zu erwärmen und die Oberflächenspannung in einem Tintenmeniskus derart zu verringern, dass ein Tintentropfen aus der jeweiligen Düse austritt, gekennzeichnet durch die Schritte:

Anordnen des Heizelements am Auslass oder an den Seitenwänden der Düse, und

Bereitstellen einer Vielzahl thermisch betätigbarer Rührarme, von denen jeder Rührarm (**21**) einer einzelnen, jeweils anderen Düse zugeordnet und derart aufheizbar ist, dass er sich bewegt und einen entsprechenden Meniskus an einer entsprechenden

Düse bildet, wobei die Kombination aus einer Bewegung des Rührarms und einer Erwärmung des Meniskus bewirkt, dass ein Tropfen aus der jeweiligen Düse austritt.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Heizelement den Düsenauslass im wesentlichen umgibt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Düsenauslass an einer äußeren Fläche des Druckkopfs endet und das Heizelement den Auslass an der äußeren Fläche umgrenzt.

11. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Düse Seitenwände umfasst, die im Auslass enden, und dass das Heizelement die Seitenwände umgrenzt.

12. Verfahren nach Anspruch 8, gekennzeichnet durch Betreiben einer Zuführvorrichtung für ein oberflächenaktives Mittel derart, dass das oberflächenaktive Mittel der Tinte in der Düse oder am Düsenauslass zugeführt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zuführvorrichtung für das oberflächenaktive Mittel eine Einspritzvorrichtung aufweist, die mit dem Inneren der Düse in Wirkverbindung steht, um das oberflächenaktive Mittel in einem Augenblick in die Düse einzuspritzen, in dem die Bildung eines Tintentropfens und seine Ablösung erwünscht sind.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Energie zum Bilden eines Tropfens durch Hinzufügen einer Schwingungsenergie zur flüssigen Tinte in der Düse derart gesenkt wird, dass konkave und konvexe Menisken periodisch ausgebildet werden.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Rührarme aus zwei unterschiedlichen leitfähigen Materialien bestehen, durch die elektrische Ströme geleitet werden, die eine Deformation des Rührarms bewirken.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

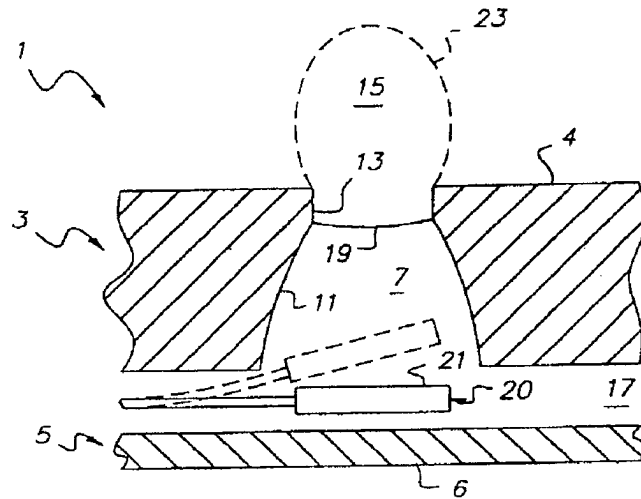


FIG. 1 (STAND DER TECHNIK)

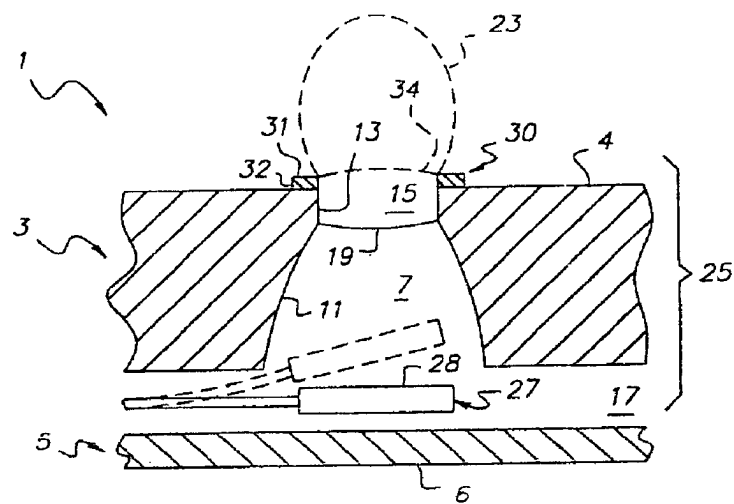


FIG. 2

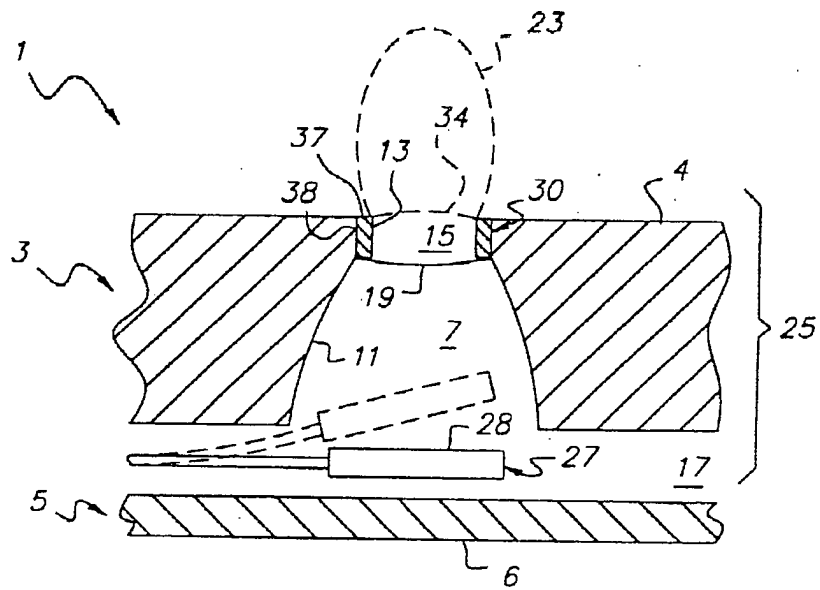


FIG. 3

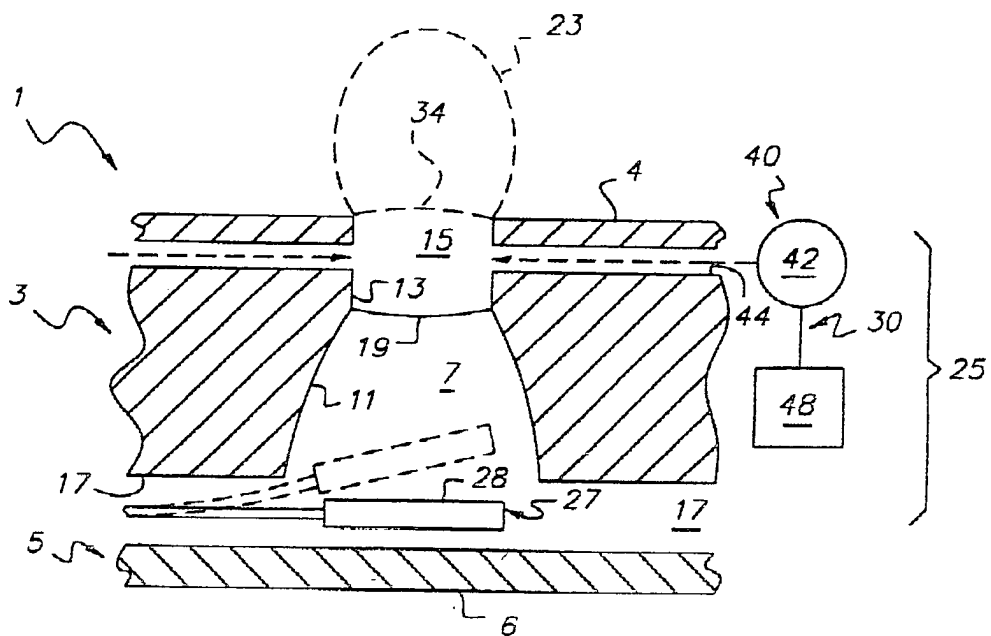


FIG. 4A

