

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 88120007.5

(51) Int. Cl.⁵: B41J 2/05, B41J 2/205

(22) Anmeldetag: 30.11.88

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.06.90 Patentblatt 90/24

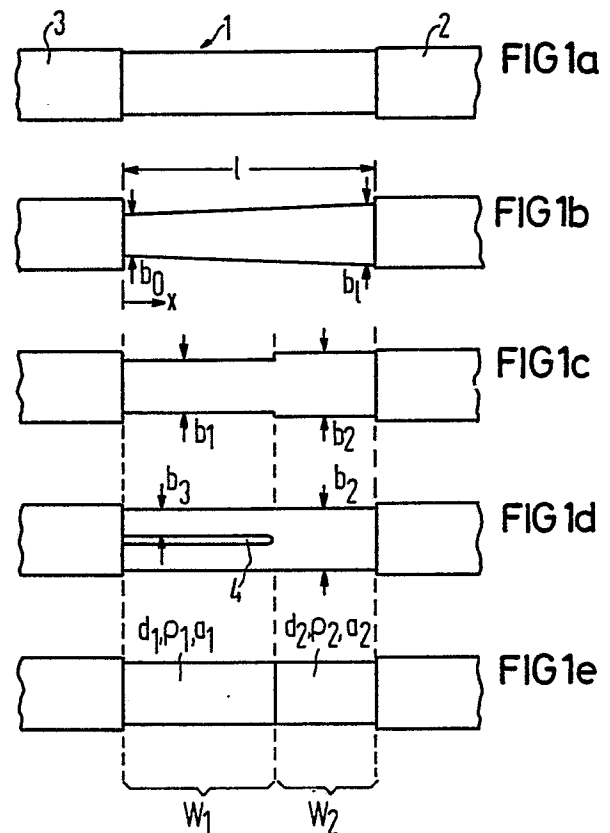
(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
Wittelsbacherplatz 2
D-8000 München 2(DE)

(54) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

(72) Erfinder: **Kappel, Andreas**
Augsburger Strasse 60
D-8034 Germering(DE)

(54) **Anordnung zum Erzeugen von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe in einer Tintendruckeinrichtung.**

(57) Die Erzeugung von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe in einer nach dem Thermowandlerprinzip arbeitenden Tintendruckeinrichtung wird durch geeignete Geometrie der Thermowandler (1) in Zusammenarbeit mit auf diese Thermowandlergeometrie abgestimmten Ansteuerungsimpulsen erreicht. Die Thermowandler (1) sind dabei in mehrere Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1 \dots W_3$) unterschiedlicher Breite (b_i), unterschiedlicher Schichtdicke (d_i) oder Schichtmaterialien (ρ_i, a_i) aufgeteilt. Zur Verbesserung des Übersprechverhaltens sind die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1 \dots W_2$) durch Bereiche mit einer gegenüber diesen Wärmeerzeugungsabschnitten ($W_1 \dots W_3$) niedrigeren Wärmeerzeugungsraten oder kleinerer Temperaturleitfähigkeit (a_i) voneinander getrennt.



Anordnung zum Erzeugen von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe in einer Tintendruckeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Erzeugen von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe in einer Tintendruckeinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Bekannte Tintendruckköpfe, die nach dem Thermowandlerprinzip (Bubble-Jet) arbeiten, weisen eine Matrix von Einzeldüsen auf, aus denen unter Einwirkung einer elektronischen Steuerung definiert Einzeltröpfchen ausgestoßen werden. Jede Düse ist an einen Tintenkanal angeschlossen, in welchem mittels eines Aktors Druckwellen in der Tintenflüssigkeit erzeugt werden. Das Verfahren zum Druckaufbau in der Tintenflüssigkeit beruht auf der Erzeugung kleiner Mikrobäschen. Unter jedem Tintenkanal befindet sich in einem bestimmten Abstand zur Austrittsdüse als Aktor ein elektrothermisches Wandlerelement (Heizelement) in Form eines Dünnschichtwiderstandes. Durch kurzzeitiges Bestromen eines dieser Wandlerelemente wird die unmittelbar darüberliegende Tintenflüssigkeit in einer dünnen Schicht auf hohe Übertemperaturen erhitzt. Im Laufe der nachfolgenden Verdampfung der erhitzten Tintenflüssigkeit entsteht über dem Heizelement eine Dampfblase (Bubble) mit hohem Innendruck, deren Expansion einen Ausstoß der in dem entsprechenden Tintenkanal befindlichen Tintenflüssigkeit durch die Düse bewirkt. Dabei besteht neben fluidmechanischen Einflüssen, die durch die Kanal- und Düsengeometrie gegeben sind, auch eine Proportionalität zwischen dem Tintentröpfchenvolumen und der Oberfläche des Heizelementes, welche die Größe der entsprechenden Dampfblase mitbestimmt.

Sollen mit solchen Tintendruckeinrichtungen Schriften verschiedener Schriftqualitäten, beispielsweise Schriften in einer sog. Entwurfsqualität (Draft Quality, DQ) und in einer sog. Schönschrift (Near Letter Quality, NLQ) erzeugt werden, so ist es vorteilhaft, Tintentröpfchen unterschiedlicher Größen und damit unterschiedlicher Tröpfchenvolumina zu erzeugen. Damit ist einerseits eine verbesserte Schriftqualität (Schwärzungsgrad) bei hoher Druckgeschwindigkeit und andererseits eine verminderte Auflösung durch größere Tintentröpfchen, z.B. im "Draft"-Mode möglich. Außerdem werden solche Tintendruckeinrichtungen als Ausgabegeräte für Grafik eingesetzt, was erfordert, daß sog. Grau- oder Farbstufen darstellbar sein müssen. Insbesondere besteht durch die Erzeugung von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe bei Farbdruck die Möglichkeit, eine Übersättigung des Druckpapiers mit Lösungsmitteln zu vermeiden.

Zur Erzeugung von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe ist es aus der EP-A1-0203534

bekannt, bei einer Tintenschreibeinrichtung mit piezoelektrischen Wandlerelementen, die jeweils den Tintenkanälen des Schreibkopfes zugeordnet sind, diese mit einer einstellbaren Anzahl von Ansteuerimpulsen anzusteuern. Die Folgefrequenz der Ansteuerimpulse ist dabei auf die Resonanzfrequenz des Tintenkanals abgestimmt und die Ansteuerimpulse folgen zeitlich derart aufeinander, daß ein durch nachfolgende Ansteuerimpulse bewirkter Ausstoß einer kleinen Tintenmenge aus der Austrittsöffnung des Tintenkanals jeweils noch vor der Ablösung des durch den ersten Ansteuerimpuls bewirkten Tintentröpfchens von der Austrittsöffnung auftritt.

Aus der WO 87/03363 ist eine Tintendruckeinrichtung nach dem Thermowandlerprinzip beschrieben, mit der acht verschiedene Graustufen bzw. Halbtöne erzeugt werden können.

Hierzu sind drei Tröpfchenerzeuger vorgesehen, die aufgrund unterschiedlicher Fläche der Thermowandler unterschiedliche Tröpfchenvolumina ausstoßen, die binär gewichtet sind. Durch sequentielles Abspritzen von Tröpfchen aus den verschieden großen Düsenöffnungen auf ein und denselben Pixels werden die acht möglichen Graustufen oder Halbtöne erzeugt. Zusätzlich ist noch ein Tröpfchenerzeuger zum Emittieren von farbloser Tintenflüssigkeit vorgesehen, die unmittelbar auf ein von den anderen Düsen ausgestoßenen Tintentröpfchen aufgebracht wird, wodurch weiche Konturen der farbigen Tintentröpfchen erreicht werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, für eine Tintendruckeinrichtung der eingangs genannten Art Maßnahmen zur Steuerung der Tintentröpfchenvolumina anzugeben, die auf einfache Weise und ohne Verringerung der Druckgeschwindigkeit und des Auflösungsvermögens Halbtöne bzw. Grau- oder Farbstufen aus Einzelpunkten unterschiedlicher Größe erzeugt.

Diese Aufgabe wird gemäß den im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Durch geeignete Geometrie der Thermowandler in Verbindung mit auf diese Thermowandlergeometrie abgestimmten Ansteuerimpulsen können gezielt Tintentröpfchen unterschiedlicher Volumina aus den Austrittsdüsen ausgestoßen werden. Da die Oberfläche der Thermowandler die Größe der entstehenden Dampfblase mitbestimmt und die Verdampfung der Tintenflüssigkeit erst oberhalb einer kritischen Verdampfungstemperatur schlagartig einsetzt, werden erfindungsgemäß Thermowandler-

geometrien mit inhomogener Wärmeerzeugungsrate verwendet, wobei sowohl über die Amplitude als auch über die Dauer der Ansteuerimpulse die zur Dampfblasenbildung beitragenden Wärmeerzeugungsabschnitte z.B. die wirksame Fläche der Thermowandler gesteuert werden kann.

Werden die Thermowandler in mehrere Blasen- erzeugungsabschnitte unterteilt, so können sie einerseits zur Erzeugung von entsprechend der Anzahl dieser Abschnitte verschiedenen Tröpfchenvolumina verwendet werden und andererseits ist es neben der Erzeugung von Graustufen möglich, auch im sog. Draft-Mode einen bei Schönschreibmodus (NLQ) erreichbaren Schwärzungsgrad zu erzielen und damit bei der Anfertigung von Farbdrukken durch Verringern der Tröpfchenmasse eine optimale Farbdeckung ohne Übersättigung des Aufzeichnungsträgers mit Lösungsmitteln zu erreichen.

Die erfindungsgemäße Variation der Thermowandlergeometrie zur gesteuerten Erzeugung unterschiedlicher Tintentröpfchenvolumina zeichnet sich dabei durch eine besonders einfache technologische Realisierbarkeit aus, da auf zusätzliche elektrische Steuerleitungen auf dem Dünnschichtsubstrat verzichtet werden kann.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Tintendruckeinrichtung gemäß der Erfindung anhand von Zeichnungen beschrieben. Dort zeigen

Figur 1 Beispiele von Thermowandlern zur Erzeugung von Tintentröpfchen unterschiedlicher Volumina,

Figur 2 Temperaturverläufe von Wärmeerzeugungsabschnitten der Thermowandler nach Figur 1 bei verschiedenen elektrischen Ansteuerimpulsen,

Figur 3 weitere Beispiele von Thermowandlern zur Erzeugung von zwei verschieden großen Tintentröpfchen und

Figur 4 Beispiele für eine Heizelementgeometrie zur Erzeugung von drei verschiedenen Tröpfchengrößen.

In der Figur 1 sind Draufsichten von verschiedenen geometrisch gestalteten Thermowandlern 1 dargestellt, welche jeweils an ihren Stirnseiten mit Stromzuführungen 2, 3 in Form von Leiterbahnen kontaktiert werden. Thermowandler 1 und Leiterbahnen 2, 3 können dabei beispielsweise durch Vakuumabscheidung geeigneter elektrisch leitfähiger Legierungen (z.B. Hafniumdiborid HfB_2 für die Thermowandler) oder Metalle (z.B. Aluminium Al für die Leiterbahnen) auf ein Grundoxyd mit anschließender fototechnischer Strukturierung erzeugt werden.

Die Figur 1a zeigt einen herkömmlichen, rechteckförmigen Thermowandler 1, der primär zur Erzeugung von Tintentröpfchen einer Größe geeignet ist. Durch die Rechteckform des Thermowandlers

ergibt sich eine homogene Wärmeerzeugungsrate (Wärmeerzeugungsrate = thermische Leistung/Fläche =

$$\frac{\text{Wärmemenge}}{\text{Zeit} \cdot \text{Fläche}}).$$

Eine Modulation der Tintentröpfchenmasse ist bei einer solchen homogenen Wärmeerzeugungsrate durch Verändern der Amplitude und/oder der Impulsdauer der Ansteuerspannung nur in einem sehr geringen Maße möglich, da nach dem Einsetzen der Verdampfung der gesamte Thermowandler von einer Dampfschicht bedeckt und damit von dem Thermowandler thermisch entkoppelt ist.

Zur Erzeugung von Tintentröpfchen kontinuierlicher Größe dient ein Thermowandler, dessen geometrische Ausgestaltung anhand von Figur 1b erläutert wird. Dieser Thermowandler weist eine Länge 1 auf und verläuft, ausgehend von einer rechten Stromzuführung 2 konisch zu einer linken Stromzuführung 3, so daß die Fläche des Thermowandlers in Richtung zur linken Stromzuführung 2 stetig abnimmt. Die Breite des Thermowandlers an der rechten Stromzuführung 2 ist mit b_1 , die Breite an der linken Stromzuführung 3 mit b_0 bezeichnet. Legt man darüber hinaus an der Stirnseite der linken Stromzuführung 3 den Fußpunkt einer laufenden Koordinate x fest, so erhält man für die Breite $b(x)$ folgende Beziehung:

$$b(x) = b_0 + ((b_1 - b_0) / 1) \cdot x \text{ mit } b_0 < b_1.$$

Aufgrund der sich dadurch einstellenden ungleichen Stromdichteverteilung wird bei konstanter Impulsdauer und relativ kleiner Amplitude der Ansteuerspannung die zur Verdampfung notwendige Temperatur T_v zuerst in der Nähe der linken Stromzuführung 3 erreicht. Dabei werden kleinvolumige Tintentröpfchen emittiert. Mit Erhöhung der Ansteuerspannung oder auch Verlängerung der Impulsdauer vergrößert sich die zur Blasenbildung wirksame Fläche über dem Thermowandler in Richtung der rechten Stromzuführung 2, d.h. es werden Tintentröpfchen mit größerem Volumen ausgestoßen. Prinzipiell ist mit einem Thermowandler konischer Geometrie eine über Amplitude und/oder Impulsdauer der Ansteuerspannung kontinuierliche Abstimmung der Tintentröpfchenvolumina innerhalb gewisser, durch die Kanal- und Düsengeometrie gegebener Grenzen möglich.

Während mit dem Thermowandler nach Figur 1b Tintentröpfchen kontinuierlicher Größe erzeugt werden können, eignen sich die Thermowandler nach den Figuren 1c bis 1e zur Erzeugung zweier diskreter, voneinander unterschiedlicher Tröpfchenvolumina. Die Thermowandler sind dabei in Bereiche unterschiedlicher Breite bei gleicher Schichtdicke (Fig. 1c, 1d) oder in Bereiche unterschiedli-

cher thermischer oder elektrischer Eigenschaften unterteilt (Figur 1e).

Der Thermowandler nach Figur 1c weist innerhalb seiner Längserstreckung eine abgestufte Kontur auf, so daß sich die Fläche dieses Thermowandlers aus zwei unterschiedlich breiten Rechtecken zusammensetzt. Das an die linke Stromzuführung 3 angrenzende Rechteck besitzt eine Breite b_1 , das an die rechte Stromzuführung 2 angrenzende Rechteck besitzt eine Breite b_2 , wobei die Breite b_1 kleiner ist als die Breite b_2 . Durch eine solche Aufteilung der Fläche des Thermowandlers bei gleicher Schichtdicke werden zwei unterschiedliche Wärmeerzeugungsabschnitte W_1 , W_2 geschaffen.

In Figur 1d ist der Thermowandler in Form eines einfachen Rechteckes abgebildet, welches zur Erzeugung von zwei unterschiedlichen Tröpfchenvolumina einen Isolationsspalt 4 aufweist. Die Länge des Isolationsspalt 4 innerhalb des Thermowandlers legt dabei die beiden Wärmeerzeugungsabschnitte W_1 , W_2 mit der wirksamen Breite $2 \cdot b_3$ im Wärmeerzeugungsabschnitt W_1 und der Breite b_2 im Wärmeerzeugungsabschnitt W_2 fest.

Eine weitere Möglichkeit zur Erzeugung einer ungleichförmigen Wärmeverteilung im Thermowandler ist in Figur 1e gezeigt. Der Thermowandler besteht dabei aus zwei Wärmeerzeugungsabschnitten W_1 , W_2 unterschiedlicher Schichtdicke (d_i) und/oder Schichtmaterialien, d.h. Materialien mit voneinander verschiedenen elektrischen (spezifischer Widerstand ρ_i) und/oder thermischen Eigenschaften (Temperaturleitfähigkeit a_i).

Allen anhand der Figuren 1b bis 1e gezeigten Ausführungsbeispielen von Thermowandlern ist gemeinsam, daß die absoluten Tröpfchengrößen durch die Einzelflächen der Wärmeerzeugungsabschnitte W_1 , W_2 bestimmt sind. Eine kleine erhitzte Fläche bewirkt dabei den Ausstoß eines kleinen Tröpfchens, die gesamte Fläche dient zum Erzeugen von großen Tröpfchen, während das Übersprechen, d.h. die Güte der Trennung kleiner und großer Tröpfchen, durch das Verhältnis der Wärmeerzeugungsraten bzw. der Oberflächentemperaturen der einzelnen Wärmeerzeugungsabschnitte W_1 , W_2 gegeben ist.

Die Funktionsweise der Thermowandler ist anhand der zeitabhängigen Temperaturen der Wärmeerzeugungsabschnitte W_1 , W_2 bei verschiedenen Ansteuerungsimpulsen in Figur 2 näher dargestellt.

In Figur 2a sind Amplitude und Pulsdauer Δt_1 der Ansteuerspannung für die Thermowandler nach Figur 1 so gewählt, daß die zum Einsetzen der Blasenbildung notwendige Temperatur T_v nur von dem Teilabschnitt W_1 des Thermowandlers, welcher aufgrund z.B. seiner geringeren Breite die höhere Wärmeerzeugungsrate aufweist (Fig. 1c), überschritten wird. Nach dem Einsetzen der Ver-

dampfung zum Zeitpunkt t_v steigt die Temperatur T des Teilabschnittes W_1 bis zur Beendigung des Heizimpulses zum Zeitpunkt t_1 stärker an, da der Wärmefluß zwischen dem Teilabschnitt W_1 und der Tintenflüssigkeit durch die Blasenbildung stark verringert wird. Der Temperaturverlauf vom Zeitpunkt des Verdampfungsbeginns t_v bis zum Einsetzen der Kondensation zum Zeitpunkt t_k kennzeichnet die Expansion der Dampfblase, wobei diese mechanische Arbeit verrichtet und der Tintenstrahl aus der Düse ausgestoßen wird. Da der Teilabschnitt W_2 des Thermowandlers aufgrund seiner niedrigeren Wärmeerzeugungsrate (z.B. durch größere Breite dieses Abschnittes gegenüber dem Teilabschnitt W_1 , vgl. Fig. 1c) nicht die zum Einleiten der Verdampfung notwendige Temperatur erreicht, trägt dieser nicht zur Tröpfchenbildung bei. Das Volumen des emittierten kleinen Tröpfchens wird somit durch die Fläche des Wärmeerzeugungsabschnittes W_1 bestimmt.

Zur Erzeugung größerer Tintentröpfchen muß zusätzlich der Wärmeerzeugungsabschnitt W_2 die zum Einleiten der Verdampfung notwendige Temperatur T_v überschreiten. Dies kann auf einfache Weise durch Erhöhung der Amplitude der Ansteuerspannung und/oder durch die Verlängerung der Heizimpulsdauer erreicht werden.

In Figur 2b ist zur Erzeugung eines größeren Tintentröpfchens eine Ansteuerspannung gewählt, deren Impulsdauer identisch und deren Amplitude größer ist als die Amplitude der Ansteuerspannung im vorhergehenden Beispiel. Die Verdampfungstemperatur T_v wird deshalb von beiden Wärmeerzeugungsabschnitten W_1 , W_2 erreicht, so daß die gesamte Fläche des Thermowandlers zur Tröpfchenbildung beiträgt. Dieselbe Wirkung wird erreicht, wenn nicht die Amplitude der Ansteuerungsspannung erhöht wird, sondern die Heizimpulsdauer gegenüber der Heizimpulsdauer nach Figur 2c verlängert wird ($\Delta t_2 > \Delta t_1$).

Im Hinblick auf die Lebensdauer der Thermowandler und um eine zweite unkontrollierte Verdampfung auszuschließen, ist dabei eine unnötige thermische Überlastung des Teilabschnittes mit der größeren Wärmeerzeugungsrate (Wärmeerzeugungsabschnitt W_1) bzw. Oberflächentemperatur zu vermeiden.

Da die im Wärmeerzeugungsabschnitt W_1 zuerst einsetzende Blasenbildung in der Tintenflüssigkeit unter Umständen eine Verdampfung im Wärmeerzeugungsabschnitt W_2 initiieren kann, ist es vorteilhaft, zur Verbesserung des Übersprechverhaltens Thermowandlergeometrien zu verwenden, bei denen die Blasenbildungsabschnitte durch kältere Bereiche, d.h. Bereiche mit gegenüber den Blasenbildungsabschnitten niedrigeren Wärmeerzeugungsraten oder kleineren Temperaturleitfähigkeiten voneinander getrennt sind.

Die Figur 3 zeigt Ausführungsbeispiele von Thermowandlern, deren Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 durch Trennbereiche T_1 , T_2 voneinander thermisch entkoppelt sind. Wie in Figur 3a dargestellt ist, läßt sich die thermische Trennung der beiden Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 durch eine lokal verbreiterte Widerstandsgeometrie erreichen. Die beiden Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 mit ihren Breiten b_1 und b_2 bilden keine Grenzschicht, an der sie unmittelbar aneinanderstoßen (vgl. Figur 1c), sondern sind mit Hilfe eines gegenüber den Wärme erzeugungsabschnitten W_1 , W_2 verbreiterten rechteckförmigen Steges 5, der eine Breite b_3 aufweist, thermisch entkoppelt ($b_3 > b_1, b_2$).

Eine weitere Möglichkeit zur Verbesserung des Übersprechverhaltens wird anhand Figur 3b erläutert. Die thermische Trennung der Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 geschieht dabei durch Einfügen eines niederohmigen Widerstandsmaterials zwischen die beiden Wärme erzeugungsabschnitte W_1 und W_2 . Der Thermowandler ist in zwei Teilabschnitte rechteckförmiger Gestalt eingeteilt, die zwar dieselben thermischen und elektrischen Eigenschaften (spezifischer Widerstand ρ_1 , Schichtdicke d_1 und Temperaturleitfähigkeit a_1) aufweisen, aber unterschiedlich breit sind ($b_1 > b_2$). Der Trennbereich T_1 ist durch ein Material mit einem spezifischen Widerstand $\rho_2 < \rho_1$ gekennzeichnet. Die gleiche Wirkung, nämlich eine thermische Trennung zwischen den Wärme erzeugungsabschnitten W_1 , W_2 kann auch dadurch erreicht werden, daß das Material im Trennbereich T_1 eine gegenüber den Wärme erzeugungsabschnitten W_1 , W_2 größere Schichtdicke $d_2 > d_1$ oder eine gegenüber den Wärme erzeugungsabschnitten W_1 , W_2 niedrigere Temperaturleitfähigkeit $a_2 < a_1$ aufweist.

Da die Lage der Thermowandler im Tintenkanal ebenfalls Einfluß auf die emittierte Tröpfchenmasse hat, ist auch eine räumliche Trennung der Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 gemäß Figur 3c möglich. Ein zwischen die einzelnen Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 mit ihren unterschiedlichen Breiten b_1 , b_2 eingefügter Trennbereich T_2 weist eine Länge Δl auf und kann beispielsweise durch ein Material realisiert sein, aus dem auch die Stromzuführungen 2,3 bestehen (z.B. Aluminium Al). Darüber hinaus sind auch Kombinationen der anhand der Figuren 3a und 3b gezeigten Thermowandlergeometrien mit einer solchen zusätzlichen räumlichen Trennung der Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 möglich.

Die Figur 4 zeigt, daß die Thermowandler durch entsprechende Unterteilung in Blasenerzeugungsabschnitte auch zur Erzeugung von mehr als zwei verschiedenen Tintentröpfchenvolumina verwendet werden können. So sind in der Figur 4a und 4b Thermowandlergeometrien angegeben, die

sich zum Ausstoß von drei Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe eignen. Die einzelnen Wärme erzeugungsabschnitte W_1 , W_2 und W_3 werden dabei entweder analog der Anordnung nach Figur 1c durch unterschiedliche Breiten b_1 , b_2 und b_3 bei gleicher Schichtdicke d_1 allein ($b_1 < b_2 < b_3$) oder zusätzlich zur thermischen Entkopplung dienenden lokal verbreiterten Widerstandsgeometrien nach Figur 3a erzeugt ($b_1 < b_2 < b_3$, $b_4 < b_5$). Selbstverständlich sind auch bei Unterteilung des Thermowandlers in eine Vielzahl von Wärme erzeugungsabschnitten alle oben angegebenen Maßnahmen zur Verbesserung der Tröpfchenseparation und Kombinationen daraus anwendbar.

Da bei den vorgestellten Methoden die primäre Voraussetzung zur Erzeugung verschiedener Tröpfchengrößen sich zeitlich unterschiedlich entwickelnde Oberflächentemperaturen der einzelnen Wärme erzeugungsabschnitte sind, sei auf eine weitere Möglichkeit, dieses zu erreichen, hingewiesen. Dazu werden die Thermowandler herkömmlicher Geometrie (vgl. Figur 1a) mit konstanter Schichtdicke und Schichtbreite mit einer Deckschicht niedriger Wärmeleitfähigkeit (z.B. Siliziumdioxid SiO_2) so abgedeckt und strukturiert, daß über dem Thermowandler Bereiche unterschiedlicher Deckschichtdicke entstehen oder es werden die Thermowandler partiell mit weiteren schlecht wärmeleitenden Schichten abgedeckt. Die so geschaffenen Bereiche entsprechen in ihrer Funktion dabei ebenfalls den schon beschriebenen Wärme erzeugungsabschnitten und sind auf die gleiche Weise zur Erzeugung verschiedener Tröpfchengrößen verwendbar.

Ansprüche

1. Anordnung zum Erzeugen von Tintentröpfchen unterschiedlicher Größe in einer nach dem Thermowandlerprinzip arbeitenden Tintendruckeinrichtung mit folgenden Merkmalen:

a) in Tintenkanälen der Tintendruckeinrichtung sind eine Vielzahl von elektrothermischen Wandlerelementen (1) angeordnet, die durch individuelle Ansteuerimpulse im betreffenden Tintenkanal eine Tintendampfblase erzeugen, welche ein bestimmtes Tintenvolumen als Tröpfchen aus einer den Tintenkanal abschließenden Austrittsdüse ausstoßen,

b) die elektrothermischen Wandlerelemente (1) sind in verschiedene Wärme erzeugungsabschnitte ($W_1 \dots W_3$) derart unterteilt, daß eine inhomogene Wärme erzeugungsrate erzeugbar ist.

c) über die Amplitude und/oder die Dauer der Ansteuerimpulse werden die zur Dampfblasenbildung beitragenden Wärme erzeugungsabschnitte ($W_1 \dots W_3$) der elektrothermischen Wandlerelemente

(1) gesteuert.

2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) durch unterschiedliche Breiten (b_1, b_2) bei gleicher Schichtdicke (d_i) der elektrothermischen Wandlerelemente (1) gebildet sind. 5

3. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) aus Bereichen unterschiedlicher Schichtdicken (d_i) und/oder Schichtmaterialien (ρ_i, a_i) der elektrothermischen Wandlerelemente (1) gebildet sind. 10

4. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) durch einen Isolationsspalt (4) innerhalb eines Teiles der elektrothermischen Wandlerelemente (1) gebildet sind. 15

5. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) thermisch voneinander durch Einfügen eines Trennbereiches (T_1) mit niedrigerer Wärmeerzeugungsrate thermisch getrennt sind. 20

6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) durch eine lokal verbreiterte Widerstandsgeometrie der elektrothermischen Wandlerelemente (1) thermisch entkoppelt sind. 25

7. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wärmeerzeugungsabschnitte ($W_1...W_3$) durch Einfügen eines Trennbereiches (T_2) räumlich getrennt sind. 30

8. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Oberfläche der elektrothermischen Wandlerelemente (1) konische Gestalt aufweist. 35

9. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Amplitude des Ansteuerimpulses so gewählt wird, daß die zur Verdampfung der Tintenflüssigkeit notwendige Temperatur (T_v) zuerst nur in dem Wärmeerzeugungsabschnitt (W_1) mit der größten Wärmeerzeugungsrate erreicht wird und durch Erhöhung der Amplitude des Ansteuerimpulses diese Temperatur (T_v) in den restlichen Wärmeerzeugungsabschnitten (W_2, W_3) erreicht wird. 40 45

10. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Impulsdauer des Ansteuerimpulses so gewählt wird, daß die zur Verdampfung der Tintenflüssigkeit notwendige Temperatur (T_v) zuerst nur in dem Wärmeerzeugungsabschnitt (W_1) mit der größten Wärmeerzeugungsrate erreicht wird und durch Verlängerung der Heizimpulsdauer diese Temperatur (T_v) in den restlichen Wärmeerzeugungsabschnitten (W_2, W_3) erreicht wird. 50 55

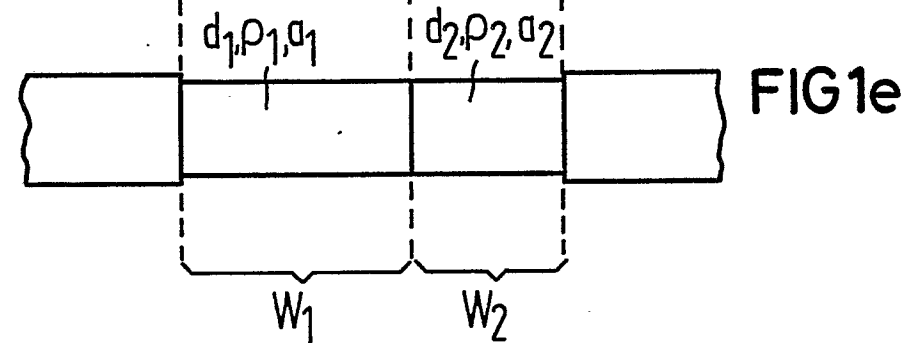
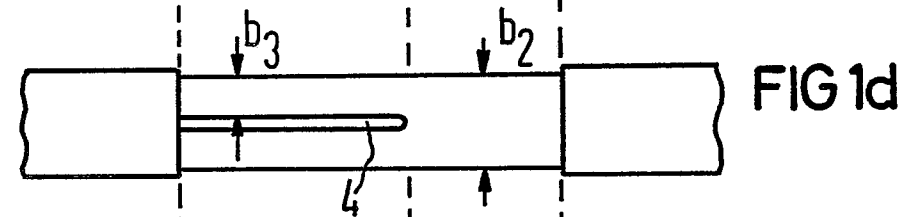
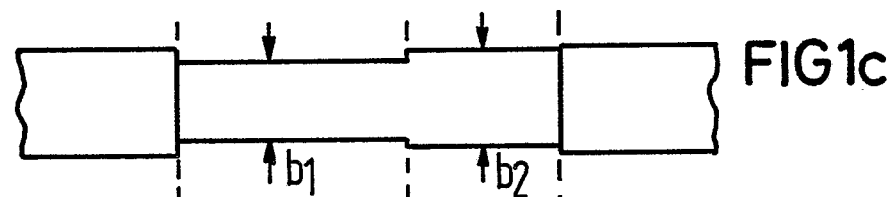
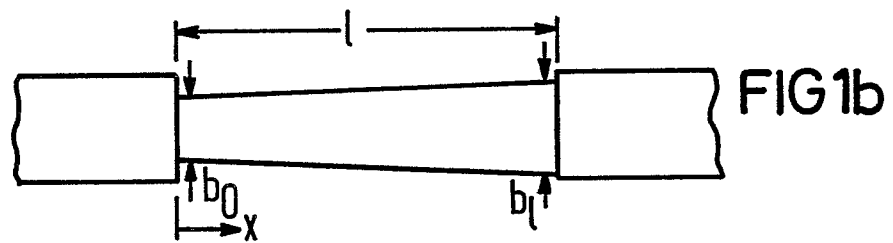
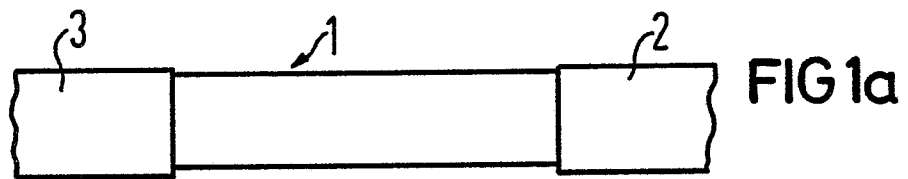


FIG 2a

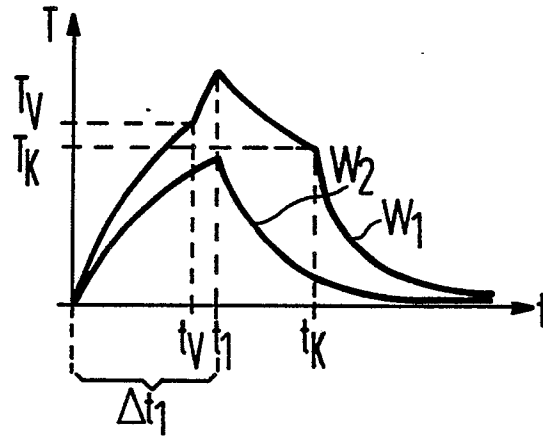


FIG 2b

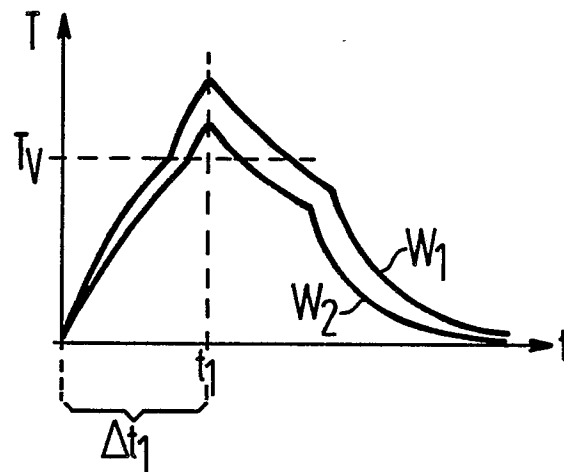
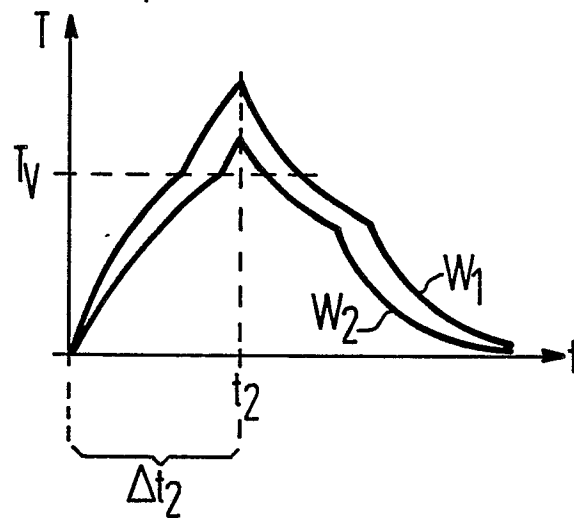
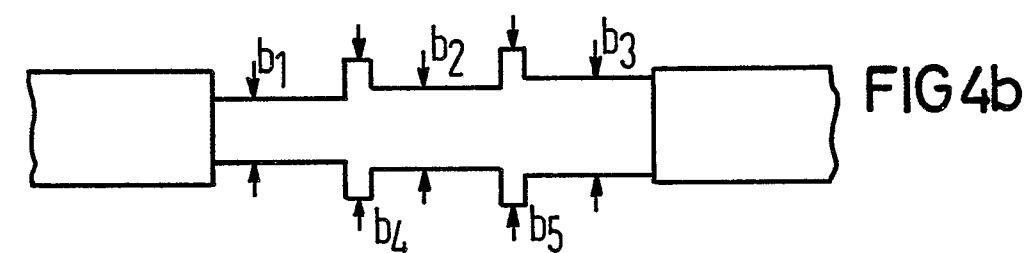
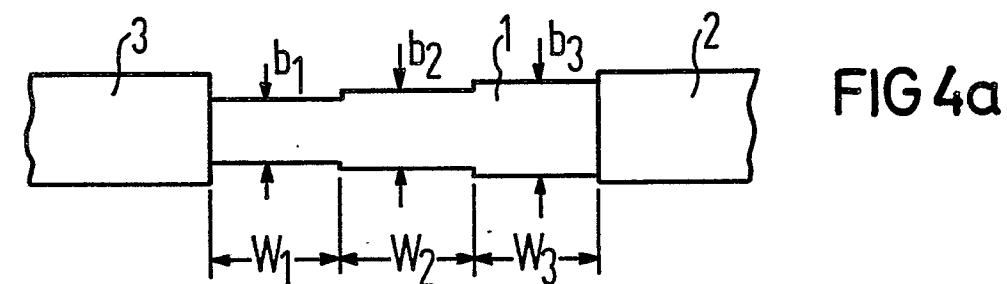
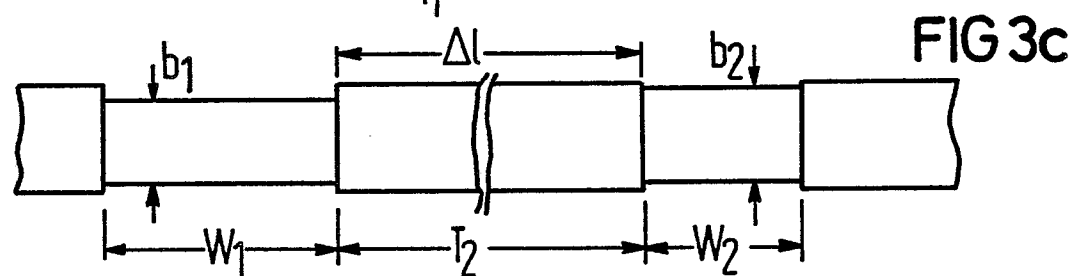
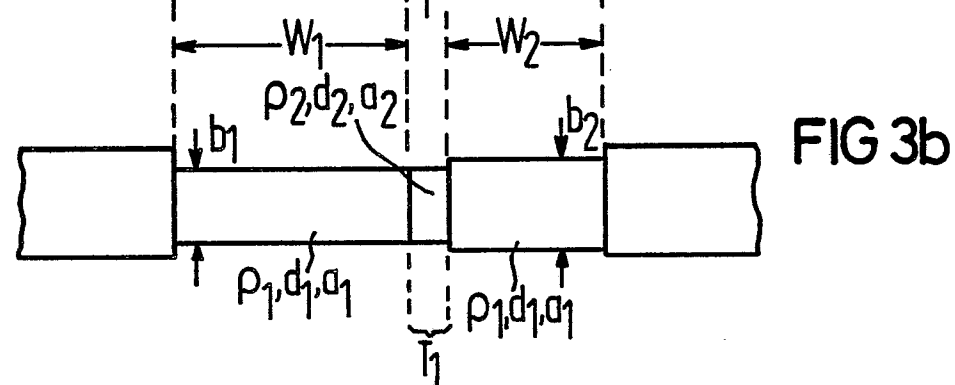
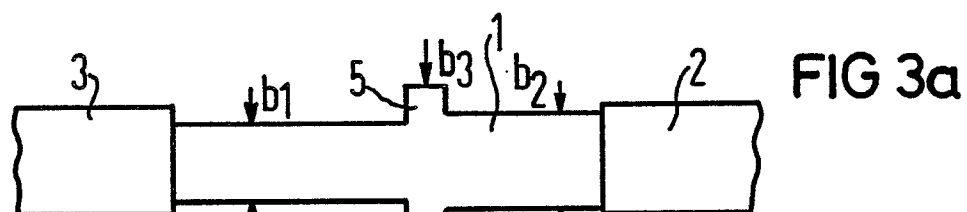


FIG 2c







EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
X	US-A-4 339 762 (SHIRATO et al.) * Zusammenfassung; Figuren 2-15; Spalte 1, Zeile 61 - Spalte 2, Zeile 9; Spalte 4, Zeile 5 - Spalte 6, Zeile 68 * ---	1-3,8-10	B 41 J 2/05 B 41 J 2/205
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 12, Nr. 55 (M-669)[2902], 19. Februar 1988; & JP-A-62 201 254 (CANON INC.) 04-09-1987 * Zusammenfassung * ---	1,2,4,10	
A	DE-A-3 717 294 (SEIKO EPSON CORP.) * Seite 8, Zeilen 15-53; Figuren 11-13 * ---	1,2,4	
A	US-A-4 590 489 (TSUMURA et al.) * Zusammenfassung; Figuren 2a-13; Spalte 2, Zeilen 19-50; Spalte 4, Zeile 62 - Spalte 5, Zeile 13; Spalte 7, Zeilen 13-37 * -----	1-7,9,10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			B 41 J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 01-08-1989	Prüfer ROBERTS N.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	