



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 19 482 T2 2005.10.06**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 033 249 B1**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **B41J 2/05**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 19 482.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 301 591.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **29.02.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.09.2000**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **20.04.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **06.10.2005**

(30) Unionspriorität:  
**5258399** 01.03.1999 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH, DE, FR, GB, IT, LI**

(73) Patentinhaber:  
**Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:  
**Yagi, Takayuki, Tokyo, JP; Tamura, Yasuyuki, Tokyo, JP; Asai, Akira, Tokyo, JP; Furukawa, Tatsuo, Tokyo, JP; Shinjo, Katsuhiko, Tokyo, JP; Watanabe, Hidenori, Tokyo, JP; Tsukada, Mamoru c/o Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, JP; Okamura, Yoshimasa, Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Ansteuern eines Tintenstrahldruckkopfes und Aufzeichnungsvorrichtung zum Ausführen des Verfahrens**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelebt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Treiberverfahren eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfes, bei dem Wärmeenergie auf Tinte einwirkt und Tinte auf der Grundlage der Erzeugung einer dadurch erzeugten Blase ausgestoßen wird, und eine Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung zum Ausführen des Aufzeichnungsverfahrens.

**[0002]** Bei einem Tintenstrahl-Aufzeichnungsverfahren, bei dem Tinte erhitzt wird, um eine Blase zu erzeugen, wird Tinte auf der Grundlage der Erzeugung dieser Blase ausgestoßen, und sie ist gebildet, um auf einem Aufzeichnungsmittel zu haften, um eine Bilderzeugung auszuführen. Das Tintenstrahl-Aufzeichnungsverfahren besitzt die Vorteile, daß ein Hochgeschwindigkeitsaufzeichnen möglich ist, die Aufzeichnungsqualität relativ hoch und der Lärm gering ist.

**[0003]** Daneben besitzt dieses Verfahren viele übergeordnete Vorteile, zum Beispiel, daß ein Farbbildaufzeichnen relativ einfach ist, ein Aufzeichnen selbst auf einem einfachen Papier oder dergleichen ausgeführt werden kann, und so weiter, weil die Ausstoßöffnungen eines Aufzeichnungskopfes unter einer hohen Dichte und einer hohen Auflösung angeordnet werden können, und ein Bild hoher Qualität bei einer hohen Geschwindigkeit aufgezeichnet werden kann. Eine Aufzeichnungsvorrichtung unter Verwendung dieses Verfahrens wird als Informationsausgabeeinrichtung bei einem Kopierer, einem Drucker, einer Faksimileeinrichtung oder dergleichen verwendet.

**[0004]** Der allgemeine Aufbau eines Aufzeichnungskopfes, bei dem ein derartiges Tintenstrahl-Aufzeichnungsverfahren ausgeführt wird, umfaßt Ausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tinte, Tintenflußdurchlässe, die mit diesen zwecks Tintenfließen verbunden sind, und elektrothermische Umwandlungselemente (Heizelemente), die innerhalb dieser Tintenflußdurchlässe zum Erzeugen von Wärmeenergie gebildet sind. Jedes der Heizelemente besteht allgemein aus einem Dünnfilm-Widerstandselement. Durch Elektrisieren von jedem der Heizelemente über eine Elektrodenverdrahtung in einer Impulsform (Anlegen eines Treiberimpulses) wird Wärmeenergie erzeugt.

**[0005]** Wenn eine überhitzte Flüssigschicht zum Speichern von Schäumenergie bei Tinte gebildet werden soll, indem Wärmeenergie zu Tinte nahe dem Heizelement geführt wird, wird in einem Fall, in dem sich der Zustand der Heizelementoberfläche (Tintenheizoberfläche) auf Grund von Anbrennen von Tinte, Beschädigungen oder dergleichen oder Verunreinigungen oder Gas, die sich mit Tinte vermischt haben, teilweise geändert hat, Wärme daran gehindert, in die überhitzte Flüssigschicht zu fließen, weil ein Schäumkern bei einer frühen Heizstufe erzeugt worden ist, und so entsteht eine Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten bei Tinte auf der Heizelementoberfläche. Weil eine derartige Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten eine Ungleichmäßigkeit von Schäumenergie von Blasen erzeugt, kann eine Änderung bei der Ausstoßmenge oder Ausstoßgeschwindigkeit von Tinte entstehen, um die Bildqualität zu beeinträchtigen.

**[0006]** Um einen Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf zu schaffen, der eine gute Reproduzierbarkeit von Ausstoßkenngrößen von Tintentröpfchen, wie etwa eine Ausstoßgeschwindigkeit, besitzt, ist daher ein Verringern einer Ungleichmäßigkeit bei Schäumstartzeiten erforderlich. Zu diesem Zweck ist es wichtig, eine Temperaturanstiegsrate  $dT(t_0)$  bei der Schäumzeit  $t = t_0$  zu erhöhen. Unter Bezug auf [Fig. 16](#) wird der Grund nachfolgend erläutert.

**[0007]** Obwohl eine Schäumwahrscheinlichkeit von Tinte von der Temperaturverteilung bei der Tinte abhängt, ändert sie sich von 0 auf 1, wenn sich die Temperatur  $T$  des Abschnitts bei der höchsten Temperatur bei der Tinte von der Seite niedrigerer Temperatur zu der Seite höherer Temperatur in dem Temperaturbereich  $T_1 < T < T_2$  nahe der Überhitzungsgrenze verschiebt. [Fig. 16](#) ist ein Schaubild, das eine Änderung bei der Temperatur  $T$  von Tinte, die in Kontakt mit einer Heizelementoberfläche, die sich auf der höchsten Temperatur befindet, ist, zeigt. Wenn die Temperaturanstiegsrate bei der Schäumzeit  $t = t_0$   $dT(t_0)$  beträgt, ist eine Ungleichmäßigkeit  $\Delta t$  von Schäumzeiten gegeben durch:

$$\Delta t \approx (T_2 - T_1) / dT(t_0) \quad (1);$$

**[0008]** Zum Verringern der Ungleichmäßigkeit  $\Delta t$  von Schäumstartzeiten sollte daher die Temperaturanstiegsrate  $dT(t_0)$  erhöht werden.

**[0009]** Um  $\Delta t$  zu verringern, ist bekannt, daß eine Schnellerhitzung, bei der die Temperatur von Tinte nahe einer Heizelementoberfläche schnell auf die gleichmäßige Kernbildungstemperatur vor einer Erzeugung eines

Schäumkerns bei der Grenzfläche (oder Schnittstelle) zwischen Tinte und der Heizelementoberfläche gebracht wird, wirksam ist (A. Asai u.a., „Bubble Generation Mechanism in the Bubble Jet Recording Process“, Journal of Imaging Technology, Band 14, Seiten 120 bis 124, 1988).

**[0010]** Im Falle eines Ausführens einer Schnellerhitzung gilt, je kürzer eine Anlegezeit des Trebersignals ist, desto geringer ist eine Wärmemenge, die zu einem Zeitpunkt voll in Tinte fließen kann, und desto geringer ist eine Dicke von Tinte (überhitzte Flüssigsschicht) bei einem derart überhitzten Zustand, daß ein Schäumkern zu einer Blase wachsen kann.

**[0011]** Eine große Menge von latenter Verdampfungswärme, die durch die überhitzte Flüssigsschicht, die die gleichmäßige Kernbildung bei einer Schnellerhitzung gestartet hat, erforderlich ist, wird hauptsächlich von der Heizelementseite zugeführt. Aber es befindet sich Tinte von einer niedrigeren Temperatur außerhalb der überhitzten Flüssigsschicht, und eine große Wärmemenge fließt aus der dünnen überhitzten Flüssigsschicht zu der Tintenseite außerhalb der überhitzten Flüssigsschicht, die einen großen Temperaturunterschied zu der überhitzten Flüssigsschicht besitzt. Falls aus diesem Grund eine Schnellerhitzung unter Verkürzung der Anlegezeit (Heizzeit) des Trebersignals ausgeführt wird, kann die grundlegend erforderliche latente Verdampfungswärme nicht voll auf die überhitzte Flüssigsschicht gebracht werden.

**[0012]** Falls daher die Heizzeit verkürzt wird, nimmt Schäumenergie ab, und ein Erhalten einer ausreichenden Ausstoßgeschwindigkeit wird schwierig (A. Asai, „Bubble Dynamics in Boiling Under High Heat Flux Pulse Heating“, J. Heat Transfer, Band 11B, Seiten 973 bis 978, 1991; Mitsuya u.a., „Nucleus Boiling and Ink Discharge Characteristics in Ultra-rapid Heating“, Japan Hardcopy 1996, A-40).

**[0013]** Wenn folglich eine Schnellerhitzung unter einer verkürzten Erhitzungszeit durchgeführt wird, wird eine „anfängliche Ausstoßleistung“ verringert und es besteht im schlechteren Fall die Möglichkeit eines Ausstoßversagens (in einem Fall, in dem nach Ausstoß eines Tintentröpfchens durch eine Düse für eine bestimmte Zeit kein Tintenausstoß ausgeführt wird, gilt, wenn ein Tintentröpfchen als nächstes durch die Düse ausgestoßen wird, daß das Problem entstehen kann, daß auf Grund eines Anstiegs der Tintenviskosität kein stabiler Ausstoß ausgeführt werden kann, und so bei einem Drucken eine Unordnung entsteht. Die Ausstoßleistung des nächsten Tröpfchens wird als „anfängliche Ausstoßleistung“ bezeichnet.).

**[0014]** Daneben wird eine Ungleichmäßigkeit bei einem Widerstand der Dünnfilm-Widerstandskörper von Aufzeichnungsköpfen oder eine Ungleichmäßigkeit bei einer Filmdicke von Schutzschichten, die auf dem Dünnfilm-Widerstandskörper gebildet sind, die bei herkömmlichen Treiberverfahren kein Thema waren, als Ungleichmäßigkeit bei einer Dicke von überhitzten Flüssigsschichten der Aufzeichnungsköpfe einfach offensichtlich werden. Dies kann bei einer Ausstoßmenge, Ausstoßgeschwindigkeit oder dergleichen, von den Aufzeichnungsköpfen Ungleichmäßigkeiten verursachen. In ähnlicher Weise gilt in einem Fall, in dem eine Änderung bei einem Widerstand eines Dünnfilm-Widerstandselements besteht, während eine Schäumung wiederholt wird, daß dies eine Änderung bei einer Ausstoßkenngröße des gleichen Aufzeichnungskopfs verursacht.

**[0015]** Wie vorstehend erläutert, bei einem derartigen Treiberverfahren eines schnell überhitzten Bereichs, bei dem durch Schnellerhitzung eine Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten verringert werden kann, aber Schäumenergie abnimmt, kann die Ausstoßkenngröße von Aufzeichnungsköpfen auf Grund einer geringen Schäumenergie instabil und ungleichmäßig sein, und eine Verschlechterung einer Bildqualität ist zu befürchten.

**[0016]** JP-A-05116341 erläutert ein Treiberverfahren eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfs, bei dem die durch ein Heizelement zugeführte Wärmemenge  $Q(t)$  zum Erzeugen einer Blase zum Ausstoßen von Tinte während einer Periode  $t_2-t_1$  vor einer Schäumzeit konstant gemacht und eingestellt wird, um sie als eine Funktion der Zeit während einer Periode  $t_1-t_2$  in der Nähe der Schäumzeit zu erhöhen.

**[0017]** In Übereinstimmung mit einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist ein Treiberverfahren geschaffen, wie in Patentanspruch 1 dargelegt.

**[0018]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Zeit  $\delta t$  von dem Start eines Anlegens des zweiten Trebersignals bis zu einer Blasenerzeugung geringer als die Grenzschäumzeit  $ts$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Trebersignal und ohne Anlegen des ersten Trebersignals Schäumenergie abnehmen würde, das heißt,  $\delta t$  und  $ts$  erfüllen die Beziehung:

$\delta t < ts$ ;

und die Anlegezeit  $t_1$  des ersten Treibersignals, die die Zeitdifferenz von der Zeit, bei der ein Anlegen des ersten Treibersignals gestartet wird, bis zu der Zeit, bei der das zweite Treibersignal gestartet wird, ist, die Anlegezeit  $t_2-t_1$  des zweiten Treibersignals und die Wärmemenge  $Q(t)$  des Heizelements durch das Treibersignal erfüllen die Beziehung:

$$1/t_1 \int_0^{t_1} Q(t) dt < 1/\delta t \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt$$

**[0019]** In Übereinstimmung mit einem weiteren Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung ist eine Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung geschaffen, wie in Patentanspruch 13 dargelegt.

**[0020]** Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Treibersignal-Zuführungseinrichtung eingerichtet, um das zweite Treibersignal derart anzulegen, daß die Zeit  $\delta t$  von einem Anlegestart des zweiten Treibersignals bis zu einer Blasenerzeugung und die Grenzschäumzeit  $ts$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal und ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnehmen würde, die Beziehung erfüllen:

$$\delta t < ts;$$

und die Anlegezeit  $t_1$  des ersten Treibersignals, die die Zeitdifferenz von der Zeit, bei der das Anlegen des ersten Treibersignals gestartet wird, bis zu der Zeit, bei der das zweite Treibersignal gestartet wird, ist, die Anlegezeit  $t_2-t_1$  des zweiten Treibersignals und die Wärmemenge  $Q(t)$  des Heizelementes durch das Treibersignal erfüllen die Beziehung:

$$1/t_1 \int_0^{t_1} Q(t) dt < 1/\delta t \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt .$$

**[0021]** Ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung schafft ein Treiberverfahren eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfes, das einen stabilen Tintenausstoß durchführen kann, wobei

- (1) eine Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten klein ist, um eine stabile Schäumung auszuführen; und
- (2) eine Schäumenergie groß ist, um eine ausreichende Ausstoßmenge und eine ausreichende Ausstoßgeschwindigkeit zu gewährleisten und eine Aufzeichnungsvorrichtung zu schaffen, bei der das Aufzeichnungsverfahren ausgeführt wird.

**[0022]** Bei jedem der vorstehenden Verfahren gilt, wenn die Zeit, bei der durch das zweite Treibersignal eine Blase erzeugt wird,  $t = \delta t$  ist, die Temperaturanstiegsrate zu dieser Zeit  $dT(\delta t)$  ist, die Grenzschäumzeit, bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt,  $t = ts$  ist, und die Temperaturanstiegsrate zu dieser Zeit  $dT(ts)$  ist, daß jede Temperaturanstiegsrate folgende Beziehung erfüllen kann:

$$dT(\delta t) > dT(ts)$$

**[0023]** Das erste Treibersignal kann zum Erhöhen der Dicke einer überhitzten Tintenschicht bei Tinte, die von dem Heizelement Wärme empfängt, vorgesehen sein.

**[0024]** Die Oberfläche des Heizelementes vor einem Anlegen des zweiten Treibersignals kann durch das erste Treibersignal auf die Siedetemperatur oder höher erhitzt werden.

**[0025]** Wenn die Zeit von einem Anlegestart des zweiten Treibersignals bis zu einer Blasenerzeugung  $t = \delta t$  ist, die Zeit, bei der eine Blase durch das zweite Treibersignal erzeugt wird,  $t = \delta t$  ist, die Grenzschäumzeit, bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt,  $t = ts$  ist, der Siedepunkt von Tinte  $Tb$  ist, die Schäumtemperatur  $Tg$  ist und die Temperatur von Tinte vor einem Anlegen des ersten Treibersignals  $Tamb$  ist, kann  $\delta t$  folgende Beziehung erfüllen:

$$\delta t < (Tg - Tb)/(Tg - Tamb) * ts$$

**[0026]** Das Verhältnis  $J1/J0$  der Schäumenergie  $J1$  einer nur durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugten Blase zu der Schäumenergie  $J0$  einer durch das erste und zweite Treibersignal erzeugten Blase kann die folgende Beziehung erfüllen:

$$J1/J0 * 100 > 50\%.$$

**[0027]** Die Wärmemenge des Heizelementes durch das zweite Treibersignal kann größer oder gleich der Wärmemenge des Heizelementes bei der Grenzschäumzeit  $t = t_s$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt, sein.

**[0028]** Die Zeit  $t_s$  kann die Grenzschäumzeit sein, wenn sich die Lebensdauer einer Blase verringert.

**[0029]** Die Zeit  $t_s$  kann die Grenzschäumzeit sein, wenn sich die Ausstoßgeschwindigkeit verringert.

**[0030]** Das erste und zweite Treibersignal kann ein Dauersignal sein.

**[0031]** Zwischen dem ersten und zweiten Treibersignal kann eine Ruheperiode eingefügt sein.

**[0032]** Das erste Treibersignal kann eine Vielzahl von Impulsen umfassen, und die Ruheperioden zwischen den Impulsen können allmählich länger werden.

**[0033]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

**[0034]** [Fig. 1A](#), [Fig. 1B](#) und [Fig. 1C](#) grafische Darstellungen zum Veranschaulichen einer Temperaturverteilung bei Tinte von einer Heizelementoberfläche in Übereinstimmung mit der Differenz zwischen einem Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung und einem herkömmlichen Treiberverfahren;

**[0035]** [Fig. 2](#) eine Schnittansicht eines Hauptteils eines Aufzeichnungskopfes;

**[0036]** [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht mit dem Aufbau einer Tintenstrahlkopfpatrone;

**[0037]** [Fig. 4](#) eine perspektivische Ansicht zum Veranschaulichen des Aufbaus einer Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung;

**[0038]** [Fig. 5](#) ein Blockschaltbild mit dem Aufbau einer Steuerschaltung der Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung;

**[0039]** [Fig. 6](#) ein Schaubild mit dem ersten Beispiel eines Treibersignalverlaufs eines Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0040]** [Fig. 7](#) ein Schaubild mit einem einzelnen Treibersignalverlauf;

**[0041]** [Fig. 8](#) eine grafische Darstellung mit einer Änderung einer Oberflächentemperatur eines Heizelementes in Abhängigkeit von der Zeit, die aus einer Änderung bei einem Widerstand des Heizelementes resultiert, wenn ein Treibersignal gemäß der vorliegenden Erfindung gegeben ist;

**[0042]** [Fig. 9](#) eine grafische Darstellung mit einer Abhängigkeit der Lebensdauer  $\tau$  einer Blase von einer Schäumzeit, wenn ein Treibersignal gemäß der vorliegenden Erfindung gegeben ist;

**[0043]** [Fig. 10](#) eine schematische Ansicht zum Veranschaulichen eines Meßsystems, um die Ausstoßgeschwindigkeit eines Tröpfchens zu messen;

**[0044]** [Fig. 11](#) ein Schaubild mit dem zweiten Beispiel eines Treibersignalverlaufs des Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0045]** [Fig. 12](#) ein Schaubild mit dem dritten Beispiel eines Treibersignalverlaufs des Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0046]** [Fig. 13](#) ein Schaubild mit dem vierten Beispiel eines Treibersignalverlaufs des Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0047]** [Fig. 14](#) ein Schaubild mit dem fünften Beispiel eines Treibersignalverlaufs des Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

**[0048]** [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) Schnittansichten von Hauptteilen von Aufzeichnungsköpfen zum Veranschaulichen von Aufzeichnungsköpfen und ihren Ausstoßverfahren, auf die die vorliegende Erfindung geeignet angewendet werden kann;

**[0049]** [Fig. 16](#) eine grafische Darstellung mit einer Änderung bei einer Temperatur von Tinte, die in Kontakt mit einer Heizelementoberfläche zum Erhitzen von Tinte ist; und

**[0050]** [Fig. 17](#) eine grafische Darstellung mit einer Abhängigkeit der Lebensdauer einer Blase von einer Schäumzeit gemäß einem einzelnen Treibersignal.

**[0051]** Nachfolgend wird ein Treiberverfahren eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfes und eine Aufzeichnungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung in Einzelheiten unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert.

**[0052]** Der Ausdruck „Aufzeichnung“ wie er nachfolgend bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, bedeutet nicht nur, ein Bild mit einer besonderen Bedeutung, wie etwa ein Zeichen oder eine Figur, auf einem Mittel aufzuzeichnen, sondern ebenso ein Bild mit keiner besonderen Bedeutung, wie etwa ein Muster, auf einem Mittel aufzuzeichnen.

**[0053]** Die vorliegende Erfindung kann bei verschiedenen Vorrichtungen, wie etwa Drucker, Kopierer, Faksimileeinrichtungen mit Übertragungssystemen, Druckersysteme mit Übertragungssystemen und Druckteilen, die dabei kombiniert werden können, und Textverarbeitungssysteme mit Druckteilen, angewendet werden. Eine Aufzeichnung wird bei einem Aufzeichnungsmittel, wie etwa Papier, Garn, Faser, Geschirrtuch, Leder, Metall, Plastik, Glas, Holz oder Keramik, durchgeführt. Die vorliegende Erfindung kann ebenso bei industriellen Aufzeichnungsvorrichtungen in Kombination mit verschiedenen Verarbeitungsvorrichtungen angewendet werden.

**[0054]** Daneben gilt, der Ausdruck „Elementsubstrat“, der nachfolgend bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, bezeichnet nicht ein bloßes Substrat, das aus Siliziumhalbleiter besteht, sondern ein Substrat, auf dem Treiberschaltungselemente, Verdrahtung, usw., gebildet worden sind.

**[0055]** Wenn eine Blase durch Schnellüberhitzung in der Weise erzeugt wird, daß die Impulsbreite eines Treibersignals unter Verwendung eines einzelnen Treibersignals verkürzt wird, wie bei der herkömmlichen Weise, die bei der grafischen Darstellung von [Fig. 17](#) gezeigt ist, nimmt eine Schäumenergie in der Zeitperiode einer kürzeren Erhitzungszeit als die Grenzschäumzeit  $ts$  in [Fig. 17](#) plötzlich ab (eine Schäumzeit  $tg$  nach dem Anlegen des Treibersignals bis zum Start einer Schäumung wird als die Impulsbreite (Erhitzungszeit) in [Fig. 17](#) verwendet).

**[0056]** Dies ist aus dem Grund denkbar, da keine ausreichende latente Verdampfungswärme, die der durch Schnellerhitzung erzeugten Blase ein Wachsen ermöglicht, zu der überhitzten Flüssigschicht gegeben wird. Bei einer derartigen plötzlichen Abnahme von Schäumenergie mit der Impulsbreite  $tg = ts$  als Grenze, wie vorstehend erläutert, nimmt eine Ausstoßgeschwindigkeit in gleicher Weise ab (der Ausdruck „Schnellerhitzung“ bei der Erläuterung der vorliegenden Erfindung bedeutet ein Erhitzen in der Erhitzungszeit ( $tg < ts$ ), in der eine Schäumenergie oder eine Ausstoßgeschwindigkeit plötzlich abnimmt).

**[0057]** Ein Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung soll selbst im Bereich einer Schnellerhitzung eine ausreichende Schäumenergie gewährleisten. Mit dem Verfahren ist beabsichtigt, eine Schäumung in der Weise zu stabilisieren, daß eine überhitzte Flüssigschicht, die die zum Starten einer gleichmäßigen Kernbildung erforderliche latente Verdampfungswärme speichert, durch Erhitzen gemäß einem ersten Treibersignal erzeugt wird, um eine ausreichende Dicke der überhitzten Flüssigschicht zu gewährleisten, und dann eine Schnellerhitzung gemäß einem zweiten Treibersignal durchgeführt wird.

**[0058]** Die Treibersignale der vorliegenden Erfindung zum Erzeugen einer Blase mittels Erhitzen von Tinte umfassen das erste Treibersignal und das zweite Treibersignal. Das erste Treibersignal ist zum Erzeugen einer überhitzten Flüssigschicht mit einer gewünschten Dicke, indem Tinte durch latente Verdampfungswärme erhitzt wird, und zum Ergänzen von Schäumenergie, die lediglich durch das zweite Treibersignal abnehmen wird, vorgesehen. Das zweite Treibersignal ist zum Verringern einer Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten bei einem Heizelement durch Ausführen einer Schnellerhitzung vorgesehen. Bei der vorliegenden Erfindung kann durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal eine Schäumenergie gemäß der Dicke der überhitzten Flüssigschicht unabhängig von dem zweiten Treibersignal, das als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäum-

mung dient, gesteuert werden.

**[0059]** Es ist erforderlich, daß die Temperatur (die nachfolgend als  $T_p$  bezeichnet wird) der Heizelementoberfläche, die der Abschnitt mit der höchsten Tintentemperatur vor einem Treiben für eine Schnellerhitzung ist, durch Erhitzen gemäß dem ersten Trebersignal auf den Siedepunkt (nachfolgend als  $T_b$  bezeichnet) oder höher gebracht wird, um eine überhitzte Flüssigsschicht zu erzeugen, bei der ein Schäumkern wächst. Die Temperatur der Heizelementoberfläche sollte geringer als die Schäumtemperatur (die nachfolgend als  $T_g$  bezeichnet wird), bei der eine gleichmäßige Kernbildung startet, sein, um nicht nur durch das erste Trebersignal eine Schäumung zu erzeugen.

**[0060]** Das Merkmal des ersten Trebersignals der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend in Einzelheiten unter Bezug auf [Fig. 1A](#) bis [Fig. 1C](#) erläutert, um eine Temperaturverteilung bei Tinte von der Heizelementoberfläche vor einer Schäumung zu veranschaulichen.

**[0061]** [Fig. 1A](#) ist eine grafische Darstellung zum Veranschaulichen eines herkömmlichen Treiberverfahrens mittels Schnellerhitzung. [Fig. 1B](#) ist eine grafische Darstellung zum Veranschaulichen eines neuen Treiberverfahrens, bei dem eine herkömmliche Vorerhitzung durchgeführt wird, um eine Tintenviskosität zu verringern, und dann eine Schnellerhitzung durchgeführt wird. [Fig. 1C](#) ist eine grafische Darstellung zum Veranschaulichen eines optimalen Treiberverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0062]** Bei jeder Zeichnung bezeichnet die Ordinatenachse eine Temperatur und die Abszissenachse bezeichnet einen Abstand einer Tinte von der Kontaktobерfläche eines Heizelementes (in einem Fall, in dem auf der Oberfläche des Heizwiderstandselemente eine Schutzschicht gebildet ist, wird die Oberfläche der Schutzschicht, die in Kontakt mit Tinte ist, als Heizelementoberfläche betrachtet). Die durchgezogene Linie bei jeder Zeichnung zeigt die Temperaturverteilung bei Tinte unmittelbar vor einer Blasenerzeugung an. Die unterbrochene Linie bei jeder aus [Fig. 1B](#) und [Fig. 1C](#) zeigt die Temperaturverteilung bei Tinte unmittelbar vor einer Erhitzung zur Schäumung an (unmittelbar vor einem Anlegen des zweiten Signals zur Schäumung). Jeder Schäumkern bricht und kann nicht zu einer Blase wachsen, wenn er sich in einem Zustand befindet, der niedriger als der Siedepunkt ist. Aus diesem Grund befindet sich jede überhitzte Flüssigsschicht, die zu einem Wachstum eines Schäumkerns beiträgt, hauptsächlich bei einem Tintenbereich, der nicht unterhalb des Siedepunkts liegt.

**[0063]** In einem Fall einer Schnellerhitzung, der in [Fig. 1A](#) gezeigt ist, kann keine ausreichende Wärmemenge auf Tinte übertragen werden, weil eine Anlegezeit eines Treiberimpulses kurz und die Dicke (th) der überhitzten Flüssigsschicht, die zu einem Wachstum eines Schäumkerns beiträgt, gering wird.

**[0064]** Eine Vorerhitzung, die in [Fig. 1B](#) gezeigt ist, soll hauptsächlich das Wachstum einer Blase vergrößern, indem die Tintenviskosität und damit der Tintenwiderstand verringert wird. Aus diesem Grund wird die Zeit, nach der eine Vorerhitzung startet, bis zum Start einer Erhitzung zum Ausstoßen von Tinte lang eingestellt, um einen breiteren Bereich von dem Heizelement bis zu einer Düse erhitzen zu können. Daneben wird eine Erhitzung unterhalb des Siedepunkts durchgeführt, damit ein Schäumkern, der aus einer Verunreinigung oder einem Gas bei der Tinte entsteht, nicht wächst. Da demgemäß die Dicke der überhitzten Flüssigsschicht im wesentlichen durch Erhitzen mittels Schnellerhitzung bestimmt ist, wird die Dicke (th) der überhitzten Flüssigsschicht ein wenig größer, aber die Dicke der Flüssigsschicht ist noch gering.

**[0065]** Im Vergleich dazu kann im Fall von [Fig. 1C](#), bei der eine Erhitzung auf nicht weniger als den Siedepunkt in Übereinstimmung mit dem ersten Trebersignal ausgeführt wird, die Dicke (th) der überhitzten Flüssigsschicht im wesentlichen durch Erhitzen gemäß dem ersten Trebersignal bestimmt werden, und eine Schäumenergie unabhängig von dem zweiten Signal, das als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäumung dient, gesteuert werden. Daneben gilt, indem bereits vor einem Anlegen des zweiten Signals Tinte durch latente Wärme zum Erhalten einer ausreichenden Schäumenergie erhitzt wird, kann eine Abnahme einer Schäumenergie oder einer Ausstoßgeschwindigkeit während einer Schnellerhitzung ausgeglichen werden.

**[0066]** Selbstverständlich ist auch eine zusätzliche Ausführung eines derartigen herkömmlichen Vererhitzungsverfahrens vor einem Anlegen des ersten Trebersignals gemäß der vorliegenden Erfindung bei dem Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung anwendbar, um eine „anfängliche Ausstoßleistung“ zu verbessern.

**[0067]** Zum Ausführen einer Schnellerhitzung gemäß dem zweiten Trebersignal der vorliegenden Erfindung ist die mittlere Wärmemenge des Heizelementes durch das zweite Trebersignal größer als die durch das erste

Treibersignal (wie durch die nachfolgende Gleichung (2) gezeigt).

**[0068]** Dies macht es möglich, eine Schäumung durch das erste Treibersignal zu vermeiden, und eine Schnellerhitzung sicher durch das zweite Treibersignal auszuführen. Hier soll angenommen werden, daß die Anlegezeit des ersten Treibersignals bis zum Start des zweiten Treibersignals  $t_1$  ist, die Anlegezeit des zweiten Treibersignals ( $t_2 - t_1$ ) ist, und die Wärmemenge des Heizelementes durch jedes Treibersignal  $Q(t)$  ist.

$$1/t_1 \int_0^{t_1} Q(t) dt < 1/\delta t \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt \quad (2)$$

**[0069]** Selbst im Falle eines Erhaltens von ausreichender Schäumenergie gilt, weil die Heizelementoberfläche gemäß dem ersten Treibersignal im voraus erhitzt worden ist und bei Tinte eine ausreichende überhitzte Flüssigsschicht gebildet worden ist, daß eine Schäumzeit  $\delta t$ , die nach dem Anlegen des zweiten Treibersignals startet und bis zum Start einer Schäumung dauert, geringer als  $t_s$  sein kann, im Gegensatz zur Zeit  $t_s$ , die mit Bezug auf [Fig. 17](#) erläutert ist, bei der eine Schnellerhitzung gemäß einem einzelnen Treibersignal gestartet wird.

**[0070]** Indem die Temperaturanstiegsrate bei der Schäumzeit  $\delta t$  des zweiten Treibersignals größer oder gleich der Temperaturanstiegsrate bei der Schäumzeit gemacht wird, gilt, wenn eine Schnellerhitzung gemäß dem herkömmlichen einzelnen Treibersignal gestartet wird, daß eine Ungleichmäßigkeit von Schäumzeiten bei einer Schnellerhitzung unterdrückt werden kann.

**[0071]** Dies macht die mittlere Wärmemenge des Heizelementes durch das zweite Treibersignal nicht geringer als die bei  $t = t_s$  durch das einzelne Treibersignal. In einem Fall, in dem das erste Treibersignal nicht angelegt wird, ist die Oberflächentemperatur des Heizelementes zum Zeitpunkt eines Anlegens des zweiten Treibersignals die anfängliche Temperatur von Tinte (nachfolgend als  $T_{amb}$  bezeichnet).

**[0072]** Unter der Bedingung, daß die Wärmemenge durch das zweite Treibersignal gemäß der vorliegenden Erfindung gleich der Wärmemenge einer Schnellerhitzung gemäß dem herkömmlichen einzelnen Treibersignal ist, folgt aus dem Ausdruck (15) bei einer These von A. Asai (A. Asai, „Application of the Nucleation Theory to the Design of Bubble Jet Printers“, J.J.A.P., Band 28, Nr. 5, Seite 909, 1989), daß das Verhältnis von  $\delta t$  zu  $t_s$  ungefähr als das Verhältnis von  $(T_g - T_p)$  zu  $(T_g - T_{amb})$  angenommen werden kann. Wenn weiterhin bei der Bedingung, daß die Oberflächentemperatur des Heizelementes durch das erste Treibersignal nicht geringer als der Siedepunkt ist,  $T_p$  durch  $T_b$  ersetzt wird, muß  $\delta t$  zumindest den folgenden Ausdruck erfüllen:

$$\delta t < (T_g - T_b)/(T_g - T_{amb}) \cdot t_s \quad (3)$$

**[0073]** Um eine Schäumung zu stabilisieren, ist die Anlegezeit des Treiberimpulses des zweiten Treibersignals vorzugsweise so kurz wie möglich. Dies geschieht, damit der Beitrag des zweiten Treibersignals zur Schäumenergie im Vergleich zu dem Beitrag des ersten Treibersignals relativ geringer wird. In diesem Fall wird der Beitrag des ersten Treibersignals zur Schäumenergie größer, sodaß eine Steuerung von Schäumenergie praktisch mit dem ersten Treibersignal ausgeführt wird.

**[0074]** Zum Steuern von Schäumenergie mit dem ersten Treibersignal beträgt zumindest das Verhältnis der Schäumenergie einer Blase, die lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugt wird, zu der Schäumenergie einer Blase, die durch das erste und zweite Treibersignal erzeugt wird, wünschenswerterweise 50 % oder weniger. Das heißt, es ist ein Treiberzustand wünschenswert, bei dem der Beitrag des ersten Treibersignals zur Schäumenergie größer als 50 % wird.

**[0075]** Durch Verringern der zusätzlichen Wirkung einer Schnellerhitzung auf Schäumenergie kann eine Verschlechterung einer intervallischen Ausstoßleistung, die bei einer Schnellerhitzung ein Problem war, und eine Instabilität einer Ausstoßgeschwindigkeit oder einer Ausstoßmenge in Verbindung mit einer Ungleichmäßigkeit bei der Dicke von überhitzten Flüssigsschichten verringert werden. Der Beitrag des ersten Treibersignals zur Schäumenergie ist vorzugsweise so groß wie möglich. Wenn er größer als 50 ist, kann die Abnahme einer Schäumenergie auf Grund einer Schnellerhitzung auf zumindest die Hälfte oder weniger gedrückt werden. Die kinetische Energie eines Tröpfchens ist proportional zur Schäumenergie und zum Quadrat einer Ausstoßgeschwindigkeit. Falls somit die Abnahme einer Schäumenergie auf die Hälfte oder weniger gedrückt werden kann, kann die Abnahme einer Ausstoßgeschwindigkeit höchstens 30 % sein.

**[0076]** Noch empfehlenswerter ist es, wenn der Beitrag des ersten Treibersignals zur Schäumenergie mehr als 70 % beträgt. Dies macht es möglich, die Abnahme einer Ausstoßgeschwindigkeit in Verbindung mit der

Abnahme von Schäumenergie auf 20 % oder weniger zu drücken.

**[0077]** Das Treiberverfahren eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfs gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend genauer erläutert. Ein Beispiel des Aufbaus eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfs oder einer Aufzeichnungsvorrichtung, bei dem das Treiberverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung ausgeführt wird, wird als erstes erläutert.

**[0078]** [Fig. 2](#) zeigt eine Schnittansicht des Aufbaus eines Tintenflußdurchlasses eines Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfes. Eine Dünnfilm-Widerstandselementsschicht **2** ist auf einem Substrat **1**, das aus Silizium oder der gleichen besteht, gebildet. Eine Oberplatte **4** mit Rinnen, bei der eine Teilung (nicht gezeigt), ein ausgesparter Abschnitt zum Erzeugen einer gemeinsamen Flüssigkammer und eine Vielzahl von Rinnen zum Erzeugen einer Vielzahl von Tintenflußdurchlässen gebildet sind, wird mit dem Substrat verbunden, um eine gemeinsame Flüssigkammer **5**, Tintenflußdurchlässe **6** und Ausstoßöffnungen **7** zu erzeugen.

**[0079]** Durch Anlegen eines Treibersignals über eine Auswahlelektrode **8** und eine gemeinsame Elektrode **9**, die mit der Dünnfilm-Widerstandselementsschicht **2** verbunden sind, erzeugt der Abschnitt **10** (Heizelement; Erhitzen) der Dünnfilm-Widerstandselementsschicht **2** zwischen der Auswahl elektrode **8** und der gemeinsamen Elektrode **9** Wärme. Durch Erzeugen einer Blase bei Tinte **3** durch diese Wärme wird die Tinte **3** über die Ausstoßöffnung **7** ausgestoßen. Bei diesem Beispiel wird Platin als das Material der Dünnfilm-Widerstandselementsschicht und Gold als das Material von sowohl der Auswahl elektrode als auch der gemeinsamen Elektrode verwendet. Platin ist chemisch stabil und ändert seinen Widerstand sehr stark in Abhängigkeit von der Temperatur. Dadurch kann die Temperatur des Heizelementes durch Messen des Widerstands des Heizelementes direkt gemessen werden. Die Größe des Heizelementes beträgt  $100 \mu\text{m} \times 200 \mu\text{m}$ . Das verwendete Substrat umfaßt ein Siliziumsubstrat, auf dem ein Wärmeoxidfilm mit der Dicke von  $2,7 \mu\text{m}$  gebildet worden ist. Eine Glasoberplatte mit Rinnen zum Erzeugen der Tintenflußdurchlässe und Ausstoßöffnungen ist mit dem Substrat verbunden, um einen Aufzeichnungskopf zu erzeugen.

**[0080]** Die Impulsbreite eines herkömmlichen Treibersignals beträgt 2 bis  $10 \mu\text{s}$ . Da eine Schäumung unter Verwendung eines Impulses mit einer kürzeren Anlegezeit ausgeführt wird, ist es bei einer Schnellerhitzung jedoch wichtig, einen Wärmefluß von dem Heizelement wirksam und schnell auf Tinte einwirken zu lassen.

**[0081]** Als ein Beispiel eines Aufzeichnungskopfs, der auf ein derartiges Treibersignal sehr ansprechempfindlich ist, gibt es einen Aufzeichnungskopf, der bei der Japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsschrift Nr. 55-126462 (1980) erläutert ist, bei dem auf einem Heizelement keine Schutzschicht gebildet ist und der Heizabschnitt des Heizelementes sich in direktem Kontakt mit Tinte befindet. Als das Material eines Dünnfilm-Widerstandselementes, das bei einem derartigen Aufzeichnungskopf verwendet wird, ist eine Legierung, die ein Element, wie etwa Ta, Ir, Ru oder Platin, als eines ihrer Hauptkomponentenelemente enthält, empfehlenswert. Noch empfehlenswerter ist eine Legierung, die zumindest eines aus diesen Elementen und zumindest eines aus Al, Ti, V, Cr, Ga, Zr, Nb, Hf, und Ta enthält. Zum Erhöhen des Widerstandswerts des Dünnfilm-Widerstandselementen können C, N, O, Si, oder dergleichen zu der vorstehenden Legierung hinzugefügt werden. Innerhalb des Schutzbereichs, daß ein Wärmefluß wirksam und schnell auf Tinte einwirken kann, kann selbstverständlich ein Schutzfilm verwendet werden.

**[0082]** Bei diesem Beispiel werden folgende Bestandteile von Tinte verwendet:

schwarze Färbeflüssigkeit	3 Gewichtsprozent;
Diethylenglykol	15 Gewichtsprozent;
N-Methyl-2-Pyrolidon	5 Gewichtsprozent;
Ionenaustauschwasser	77 Gewichtsprozent;

**[0083]** Eine Schäumtemperatur Tg dieser wässerigen Tinte beträgt etwa  $300^\circ\text{C}$ .

**[0084]** [Fig. 3](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht mit dem Aufbau einer Tintenstrahlkopfpatrone IJC, bei der ein Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf und ein Tintenbehälter zum Halten von Tinte, die zu dem Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf zu führen ist, so zusammengefügt sind, daß sie getrennt werden können. Bei der Tintenpatrone IJC sind der Tintenbehälter IT und der Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf IJH bei der Position der Grenze K trennbar, wie in [Fig. 3](#) gezeigt. Die Tintenpatrone IJC ist mit Elektroden (nicht gezeigt) zum Empfangen eines elektrischen Signals, das von der Wagenseite zugeführt wird, ausgestattet, wenn sie auf einem Wagen montiert ist. In Übereinstimmung mit diesem elektrischen Signal wird das Heizelement des Aufzeichnungskopfs IJH getrieben, wie vorstehend erläutert.

[0085] In [Fig. 3](#) bezeichnet das Bezugszeichen 7 eine Tintenausstoßöffnung. Eine Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen 7 ist angeordnet. Ein fibröser oder poröser Tintenabsorber ist bei dem Tintenbehälter IT zum Halten von Tinte vorgesehen. Die Tinte wird durch den Tintenabsorber gehalten.

[0086] [Fig. 4](#) ist eine schematische perspektivische Ansicht zum Veranschaulichen des Aufbaus einer Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung, bei der ein Treiberverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt wird. In [Fig. 4](#) wird eine Leitspindel 5005 gemäß einer Drehung oder Umkehrdrehung eines Antriebsmotors 5013 über Antriebskraft-Übertragungsgetrieberäder 5009 bis 5011 gedreht. Ein Wagen HC besitzt einen Stift (nicht gezeigt), der mit einer Spiralnut 5004 der Leitspindel 5005 im Eingriff ist, und wird in den Richtungen a und b mit Unterstützung durch eine Führungsschiene 5003 vor- und zurückbewegt. Die vorstehend erläuterte Tintenkopfpatrone IJC ist auf dem Wagen HC montiert. Das Bezugszeichen 5002 bezeichnet eine Papierandruckplatte zum Drücken eines Aufzeichnungspapiers P, das ein Aufzeichnungsmittel ist, auf eine Walze 5000 entlang der Bewegungsrichtung des Wagens HC.

[0087] Das Bezugszeichen 5016 bezeichnet ein Element zum Stützen eines Kappenelements 5022 zum Bedecken der Vorderfläche des Aufzeichnungskopfs IJH. Das Bezugszeichen 5015 bezeichnet eine Absaugeinrichtung zum Ausführen einer Absaugung bei der Kappe, die eine Absaugungswiederherstellung des Aufzeichnungskopfes über eine Öffnung 5023 bei der Kappe ausführt.

[0088] Bei dieser Aufzeichnungsvorrichtung ist eine Treibersignal-Zuführungseinrichtung zum Zuführen eines Treibersignals zum Erhitzen eines Heizelementes des Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfes vorgesehen.

[0089] [Fig. 5](#) ist ein Blockschaltbild mit dem Aufbau einer Steuerschaltung der vorstehenden Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung. Das Bezugszeichen 1700 bezeichnet eine Schnittstelle. Das Bezugszeichen 1701 bezeichnet eine Mikroprozessorenheit (MPU). Das Bezugszeichen 1702 bezeichnet einen Nur-Lesespeicher (ROM) zum Speichern eines Steuerprogramms, das durch die Mikroprozessorenheit (MPU) 1701 ausgeführt wird. Das Bezugszeichen 1703 bezeichnet einen dynamischen Schreib-Lese-Speicher (DARM) zum Speichern verschiedener Daten (wie etwa die vorstehend erläuterten Aufzeichnungssignale und Aufzeichnungsdaten, die zu dem Aufzeichnungskopf IJH geführt werden). Das Bezugszeichen 1704 bezeichnet eine Gatteranordnung (G.A.) zum Ausführen einer Zuführungssteuerung von Aufzeichnungsdaten zu dem Aufzeichnungskopf IJH und ebenso zum Ausführen einer Datenübertragungssteuerung zwischen der Schnittstelle 1700, der Mikroprozessorenheit (MPU) 1701 und dem Schreib-Lese-Speicher (RAM) 1703.

[0090] Das Bezugszeichen 1710 bezeichnet einen Schlittenmotor zum Transportieren des Aufzeichnungskopfs IJH. Das Bezugszeichen 1709 bezeichnet einen Transportmotor zum Transportieren eines Aufzeichnungsmittels. Das Bezugszeichen 1705 bezeichnet einen Kopftreiber zum Treiben des Aufzeichnungskopfs IJH. Die Bezugszeichen 1706 und 1707 bezeichnen Motortreiber zum Treiben des Transportmotors 1709 bzw. des Schlittenmotors 1710.

[0091] Nachfolgend werden Vorgänge des vorstehenden Steueraufbaus erläutert. Wenn ein Aufzeichnungssignal in die Schnittstelle 1700 eingegeben wird, wird das Aufzeichnungssignal in Aufzeichnungsdaten zum Drucken zum Ausführen einer Aufzeichnung zwischen der Gatteranordnung 1704 und der Mikroprozessorenheit (MPU) 1701 umgewandelt. Die Motortreiber 1706 und 1707 werden getrieben und der Aufzeichnungskopf IJH wird mit dem Treibersignal in Übereinstimmung mit den Aufzeichnungsdaten, die zu dem Kopftreiber 1705 übertragen werden, getrieben, um eine Aufzeichnung auszuführen.

[0092] Als nächstes wird das Treiberverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, das mit dem Aufbau des vorstehenden Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfs, usw., ausgeführt wird, mit Bezug auf [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) in Einzelheiten erläutert.

[0093] [Fig. 6](#) zeigt die Impulsspannungswerte (Impulsverlauf) des ersten und zweiten Treibersignals und die Wärmemenge des Heizelementes. Der Treibersignalverlauf von [Fig. 6](#) erfüllt die Beziehung des vorstehend erläuterten Ausdrucks (2). Ein Treibersignal mit einer Impulsspannung V1, das die Wärmemenge des Heizelementes in der Zeitperiode von  $t = 0$  bis  $t = t_1$  auf Q1 bringt, wird als das erste Treibersignal zu dem Heizelement geführt, und ein Treibersignal mit einer Impulsspannung V2, das die Wärmemenge des Heizelementes in der Zeitperiode von  $t = t_1$  bis  $t = t_2$  auf Q2 bringt, wird als das zweite Treibersignal zu dem Heizelement geführt. Als ein Vergleichsbeispiel wird ein Treibersignal mit einem einzelnen Rechteckimpuls mit der Impulsspannung V3 (siehe [Fig. 7](#)) verwendet, das die Wärmemenge des Heizelementes in der Zeitperiode von  $t = 0$  bis  $t = t_3$  auf Q3 bringt.

**[0094]** Aus Rayleigh's Theorie (Philosoph. Mag. 34, Seiten 94 bis 98, 1917) ist bekannt, da der maximale Radius einer Blase proportional ist zur Zeit  $\tau$ , bis zu der die Blase platzt, und Schäumenergie weitgehend proportional zum Schäumvolumen der Blase ist, kann Schäumenergie als proportional zur dritten Potenz der Blasenlebensdauer  $\tau$  angenommen werden.

**[0095]** Indem ein Treibersignal zu einem Heizelement geführt wird und die Lebensdauer  $\tau$  von erzeugten Blasen und die Zeitstreuung  $\Delta\tau$  bei der Lebensdauer gemessen wird, kann die Größe und Stabilität von Schäumenergie relativ bewertet werden. Schäumenergie wird nachstehend durch  $\tau$  und  $\Delta\tau$  erläutert.

**[0096]** [Fig. 8](#) ist eine grafische Darstellung, die eine Änderung einer Oberflächentemperatur eines Heizelements, die aus einer Änderung bei einem Widerstand des Heizelements erhalten wird, wenn jedes der in [Fig. 6](#) und [Fig. 7](#) gezeigten Treibersignale gegeben ist, in Abhängigkeit von der Zeit zeigt (wobei die Änderung in Abhängigkeit von der Zeit durch das Treibersignal von [Fig. 6](#) durch eine durchgezogene Linie dargestellt ist, und die Änderung in Abhängigkeit von der Zeit durch das Treibersignal von [Fig. 7](#) durch eine unterbrochene Linie gezeigt ist). [Fig. 9](#) ist eine grafische Darstellung mit einer Abhängigkeit der Lebensdauer  $\tau$  einer Blase von einer Schäumzeit. In [Fig. 8](#) bezeichnen Tamb, Tb, Tp und Tg die Anfangstemperatur von Tinte, die Siedetemperatur, die endgültige Oberflächentemperatur des Heizelements durch das erste Treibersignal bzw. die Schäumtemperatur.

**[0097]** Als die Schäumzeit von [Fig. 9](#) wird die Schäumzeit  $\delta t$ , die die Zeit nach Start eines Anlegens des zweiten Treibersignals bis zum Start einer Schäumung ist, in einem Fall des Treiberverfahrens gemäß dem Treibersignal von [Fig. 6](#) verwendet, und die Schäumzeit  $t_g$ , die die Zeit nach Anlegen des Treibersignals bis zum Start einer Schäumung ist, im Falle des Treiberverfahrens gemäß dem Treibersignal von [Fig. 7](#) verwendet. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, bei dem Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung unter Verwendung des Signals von [Fig. 6](#) wird die Kurve der Oberflächentemperatur des Heizelements in Richtung und nahe  $t = t_1$  konkav und steigt nach  $t = t_1$  plötzlich an.

**[0098]** Als erstes wird  $t_s$  (Grenzschäumzeit) aus dem Treiben unter Verwendung des Treibersignals von [Fig. 7](#) erhalten. Die Impulsspannung  $V_3$  des Treiberverfahrens unter Verwendung des Treibersignals von [Fig. 7](#) wurde auf das 1,1-fache (k-Wert) der minimalen Spannung gesetzt, damit bei der Impulsbreite  $t_3$  eine Blase erzeugt wird. Die Anfangstemperatur von Tinte beträgt  $23^\circ\text{C}$ . Bei dem Treiben mit dem einzelnen Rechteckimpuls von [Fig. 7](#) ist  $\tau$  in einem Zustand langer Lebensdauer und eine ausreichende Schäumenergie gesichert, solange  $t_g > 1,8 \mu\text{s}$  gilt, aber bei  $t_g < 1,8 \mu\text{s}$  fällt sie plötzlich (siehe [Fig. 9](#)). Aus diesem Ergebnis wurde die Grenzschäumzeit  $t_s$  der verwendeten Tinte zu  $1,8 \mu\text{s}$  bestimmt. In diesem Fall betrug die Wärmemenge  $Q_3$  des Heizelements  $550 \text{ MW/m}^2$  und die Temperaturanstiegsrate bei der Schäumzeit  $t_g = t_s$  betrug  $6 \cdot 10^7 \text{ }^\circ\text{C/s}$ .

**[0099]** Bei diesem Beispiel wurde die Grenzschäumzeit  $t_s$  von verwendeter Tinte erhalten, indem sie als die Grenzzeit, bei der eine Schäumenergie plötzlich fällt, angenommen wurde. Da aber eine Änderung bei einer Tintengeschwindigkeit einer Änderung bei einer Schäumenergie entspricht, kann die Grenzschäumzeit  $t_s$  aus einer derartigen Änderung bei der Ausstoßgeschwindigkeit von Tinte erhalten werden.

**[0100]** [Fig. 10](#) ist eine Darstellung zum Veranschaulichen eines schematischen Aufbaus, um die Ausstoßgeschwindigkeit von Tinte zu messen. Parallelstrahlen **106** werden von einer Lampe **104** über eine Linse **103** senkrecht zu der Bahn eines von einem Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf **100** ausgestoßenen Tröpfchens ausgesendet. Bei der Position gegenüber der Linse sind zwei Fotodioden **102** unter einem bestimmten Intervall  $\Delta L$  angeordnet, um von den Parallelstrahlen getroffen zu werden. Eine Unterbrechung des auf die Fotodioden **102** einfallenden Lichts durch ein Tröpfchen wird mit einem Oszilloskop **101** oder dergleichen als ein Signal erfaßt, und das Zeitintervall  $\Delta t$  der Signale, die bei den zwei Fotodioden entstehen, wird gemessen. Die Geschwindigkeit des Tröpfchens (Ausstoßgeschwindigkeit) kann aus dem Zeitintervall  $\Delta t$  und dem vorstehend erläuterten Intervall  $\Delta L$  erhalten werden. In [Fig. 10](#) bezeichnet das Bezugszeichen **6** einen Tintenflußdurchlaß und das Bezugszeichen **10** bezeichnet ein Heizelement.

**[0101]** Bei einer Änderung der Impulsbreite des an das Heizelement **10** des Tintenstrahl-Aufzeichnungskopfs angelegten Treibersignals sollte in diesem Fall der Punkt, bei dem eine plötzliche Abnahme der Ausstoßgeschwindigkeit beginnt, gefunden werden, um die Grenzschäumzeit  $t_s$  zu erhalten.

**[0102]** Wenn angenommen wird, daß der vorstehend erläuterte Ausdruck (3) erfüllt ist, dann erfüllt  $\delta t$  noch besser die Bedingung  $\delta t < 1,3 \mu\text{s}$ . Bei einer Temperaturmessung betrug die Oberflächentemperatur des Heizelements bei  $t = t_3$  360 bis  $370 \text{ }^\circ\text{C}$ . Die Lebensdauer bei  $t_g = 1 \mu\text{s}$  betrug  $15,6 \mu\text{s}$ . Für 10 Sekunden lang wurden bei der Treiberfrequenz von in diesem Fall 100 Hz 1000 Lebensdauern gemessen, um das Verhältnis ( $\Delta t/|\tau|$ )

der Lebensdauerstreuung  $\Delta\tau$  zu der mittleren Lebensdauer  $|\tau|$  zu überprüfen. Das Ergebnis war, daß  $\Delta\tau/|\tau|$  bei  $tg = 1 \mu s$  halb so groß oder geringer war als  $\Delta\tau/|\tau|$  bei  $tg = 1,8 \mu s$ . Bei dem Treiben mit dem einzelnen Rechteckimpuls stellt sich heraus, daß eine Ungleichmäßigkeit von Schäumstartzeiten abnimmt und eine Schäumenergie ebenso abnimmt, wenn die Impulsbreite verkürzt wird.

(Beispiel 1)

**[0103]** Bei dem Treiberverfahren unter Verwendung des Treibersignals mit dem Verlauf von [Fig. 6](#) betrug bei dem ersten Treibersignal  $t_1 = 10 \mu s$  und die Treiberspannung  $V_1$  und  $Q_1$  wurden derart eingestellt, daß die Oberflächentemperatur  $T_p$  des Heizelements bei  $t = t_1$  etwa  $150^\circ C$  betrug, was höher als die Siedetemperatur ist. Die Anfangstemperatur von Tinte betrug  $23^\circ C$ . Die Treiberspannung  $V_2$  wurde auf das 1,1-fache (k-Wert) der minimalen Spannung gesetzt, damit eine Blase bei der Impulsbreite  $t_2$  erzeugt wurde. Die Schäumzeit  $\delta t_1$ , bei der die Temperaturanstiegsrate etwa  $6 \cdot 10^7^\circ C/s$  betrug, betrug 1,2 bis 1,3  $\mu s$ . Die Lebensdauern von Blasen, die gemessen wurden, wenn  $\delta t_1 = 1 \mu s$  betrug, betrugen  $20 \mu s$  (siehe [Fig. 9](#)), und die Lebensdauerstreuung zu dieser Zeit war geringer als  $tg = ts$ , wenn der Signalverlauf von [Fig. 7](#) verwendet wurde.  $\delta t_1$  erfüllte den Ausdruck (3) ( $\delta t < 1,3 \mu s$ ). Unter Verwendung des Treiberverfahrens der vorliegenden Erfindung konnte Schäumenergie weitgehend gleich zu der bei  $tg = ts$  mit dem einzelnen Rechtecksignal gemacht werden, und die Lebensdauerstreuung konnte verringert werden.

**[0104]** Das Verhältnis von Schäumenergie bei  $tg = 1 \mu s$ , die lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugt wird, zur Schäumenergie bei  $\delta t_1 = 1 \mu s$  kann mit den dritten Potenzen der Blasenlebensdauer in jedem Fall berechnet werden. Der Beitrag des zweiten Treibersignals zur Schäumenergie betrug 47 % und es wurde herausgefunden, daß weitgehend die Hälfte der Schäumenergie oder mehr durch das erste Treibersignal gesteuert werden konnte.

(Vergleichsbeispiel 1)

**[0105]** Unter der Bedingung dieses ersten Treibersignals gilt, wenn die Wärmemenge  $Q_2$  des zweiten Treibersignals  $0,9 * Q_3$  betrug, wurde keine Blase erzeugt, wenn  $\delta t_2 < 1,3 \mu s$  galt, und die Streuung von Blasenlebensdauern konnte nicht verringert werden.

(Beispiel 2)

**[0106]** Bei dem Treiberverfahren unter Verwendung des Treibersignals mit dem Verlauf von [Fig. 6](#) wurden bei dem ersten Treibersignal  $t_1 = 5 \mu s$  und  $V_1$  und  $Q_1$  derart eingestellt, daß die Oberflächentemperatur  $T_p$  des Heizelements bei  $t = t_1$  etwa  $180^\circ C$  betrug, was höher ist als die Siedetemperatur. Die Treiberspannung  $V_2$  wurde auf das 1,25-fache (k-Wert) der minimalen Spannung gesetzt, damit eine Blase bei der Impulsbreite  $t_2$  erzeugt wird. [Fig. 9](#) zeigt Schäumzeiten  $\delta t_2$  und Blasenlebensdauern, wenn die Treiberspannung  $V_2$  des zweiten Treibersignals geändert wurde. Die Anfangstemperatur von Tinte betrug in jedem Fall  $23^\circ C$ . Die Schäumzeit  $\delta t_2$ , bei der die Temperaturanstiegsrate etwa  $6 \cdot 10^7^\circ C/s$  betrug, betrug etwa  $1,2 \mu s$ . Die Wärmemenge  $Q_2$  betrug zu dieser Zeit  $700 \text{ MW/m}^2$ . Daraus ergibt sich, daß eine Schnellerhitzung ausgeführt wurde, wenn  $\delta t_2 < 1,2 \mu s$  galt.

**[0107]** Aus [Fig. 9](#) geht hervor, daß Blasenlebensdauern bei dem Bereich von  $\delta t_2 \leq 1, 1 \mu s$  im Vergleich zu Blasenlebensdauern bei dem Bereich von  $tg \leq 1,1 \mu s$  im Falle des Treiberverfahrens von [Fig. 7](#) ausreichend hoch waren. Wenn das Verhältnis von Schäumenergie, die lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugt wird, zur Schäumenergie durch das erste und zweite Treibersignal unter den dritten Potenzen der Blasenlebensdauern in jedem Fall berechnet wurde, betrug der Beitrag des zweiten Treibersignals zur Schäumenergie bei dem Bereich einer Schäumzeit von nicht mehr als  $1,1 \mu s$  45 % oder weniger. Daraus ergab sich, daß weitgehend die Hälfte der Schäumenergie oder mehr durch das erste Treibersignal gesteuert werden konnte. Die Blasenlebensdauer war im Vergleich zu der bei dem Treiben mit dem einzelnen Rechteckimpuls mit  $tg = 1,8 \mu s$  länger, und so wurde herausgefunden, daß durch das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung ausreichend Schäumenergie sichergestellt werden kann.

**[0108]** Daneben war die Lebensdauerstreuung  $\Delta\tau$ , wenn  $\delta t_2 = 1,1 \mu s$  betrug, geringer als die bei  $tg = 1,8 \mu s$  von [Fig. 3](#).

(Vergleichsbeispiel 2)

**[0109]** Unter der Bedingung des ersten Treibersignals von dem Beispiel 1 gilt, wenn die Wärmemenge  $Q_2$

des zweiten Treibersignals kleiner Q3 war, daß bei  $\delta t_2 < 1,8 \mu s$  keine Blase erzeugt wurde und die Streuung von Blasenlebensdauern nicht verringert werden konnte.

**[0110]** Bei dem Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung, wie vorstehend erläutert, wird eine überhitzte Flüssigsschicht, die latente Verdampfungswärme, die zum Starten einer gleichmäßigen Kernbildung erforderlich ist, speichert, durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal erzeugt, um eine ausreichende Dicke der überhitzten Flüssigsschicht sicherzustellen, und dann eine Schnellerhitzung gemäß dem zweiten Treibersignal ausgeführt. Dies ermöglicht einen Anstieg von Schäumenergie unter Gewährleistung einer Schäumstabilität.

(Weitere Modi)

**[0111]** Wenn bei dem Ausdruck (3) die Anfangstemperatur von Tinte die Normaltemperatur (20 bis 35°C) oder höher ist, wird die linke Seite des Ausdrucks groß und die Bedingung für  $\delta t$  wird lose. Eine Tintenflüssigkeit bei der Normaltemperatur enthält Wasser, ein organisches Lösungsmittel und ein Färbungsmittel, deren Anteile vorzugsweise in den Bereichen von 50 bis 99 Gewichtsprozent, 1 bis 30 Gewichtsprozent bzw. 0,2 bis 20 Gewichtsprozent liegen. Im Falle einer Verwendung einer Tinte, die die Bestandteile in derartigen Bereichen enthält, können die Bedingungen des Treiberverfahrens durch Eintragen des Siedepunkts und der Schäumtemperatur von jedem Bestandteil in den Ausdruck (3) erhalten werden, wie bei den vorstehenden Beispielen von [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#).

**[0112]** Die vorstehenden Beispiele wurden unter Verwendung eines Aufzeichnungskopfs, bei dem jede Heizwiderstandsschicht, die ein Heizelement bildet, in direktem Kontakt mit Tinte ist, erläutert. Für einen derartigen Aufzeichnungskopf ist jedoch auch ein Heizelement verwendbar, das eine herkömmliche Dünnfilm-Widerstandselementsschicht, eine Schutzschicht, die aus einer Isoliersubstanz besteht, und eine Anti-Kavitationschicht, die gegenüber einer Kavitationserosion und einer Korrosion, einer wiederholten Erhitzung, einer Oxidation, usw., aufgrund einer elektrochemischen Reaktion durch Kontakt mit Tinte tolerant ist, umfaßt.

**[0113]** In einem derartigen Fall ist die Dicke der Schutzschicht und der Anti-Kavitationsschicht vorzugsweise so dünn, daß die Antwort auf das Treibersignal empfindlich ist und die von dem Heizelement erzeugte Wärme wirksam und schnell auf Tinte einwirkt. Als die Anti-Kavitationsschicht wird herkömmlicherweise ein Metall oder eine Legierung, wie etwa Ta, Ta-Al oder Ir verwendet. Als die Schutzschicht wird herkömmlicherweise ein isolierender Dünnfilm mit einer schlechten Wärmeleitfähigkeit, wie etwa SiO<sub>2</sub>, SiN, Ta-O oder Ta-Al-O, verwendet. Die Schutzschicht ist vorzugsweise dünn, um die Wirksamkeit einer Wärmeleitung zu dem Heizelement zu verbessern. Im Falle einer Verwendung einer wässrigen Tinte ist es erforderlich, daß die Schäumzeit  $\delta t$  kürzer als 1,3  $\mu s$  ist, wie mit Bezug auf [Fig. 6](#) bis [Fig. 9](#) erläutert. Bei dem Punkt einer Stabilisierung einer Schäumung gilt, je kürzer die Schäumzeit  $\delta t$  ist, desto besser. Vorzugsweise beträgt sie 1  $\mu s$  oder weniger.

**[0114]** Das erste Treibersignal mit dem in [Fig. 6](#) gezeigten Signalverlauf befindet sich auf einer konstanten Spannung, die niedriger ist als beim zweiten Treibersignal. Als das erste Treibersignal sind jedoch verschiedene Treibersignalverläufe, wie etwa ein einzelner Treiberimpuls, eine Vielzahl von Impulsen und ein stufenartiger Impuls, verwendbar. [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) zeigen einige Beispiele von einem Treibersignalverlauf bei dem Treiberverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung.

**[0115]** [Fig. 11](#) zeigt einen Treibersignalverlauf gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem der Signalverlauf das erste und zweite Treibersignal, die die gleiche Treiberspannung besitzen, umfaßt, wobei das erste Treibersignal aus einem Rechteckimpuls mit einer Impulsbreite W11 und einer Ruheperiode WS11 besteht. [Fig. 12](#) zeigt einen Treibersignalverlauf gemäß der vorliegenden Erfindung, bei dem das erste und zweite Treibersignal die gleiche Treiberspannung besitzen, und der erste Treiberimpuls in der Weise aufgebaut ist, daß ein Impuls mit einer Impulsbreite W21 n-fach (in der Zeichnung sind lediglich zwei gezeigt) bei Intervallen von einer Ruheperiode WS21 periodisch angelegt wird, und eine Ruheperiode WS22 nach dem letzten angelegten Impuls vorgesehen ist. Durch den Treibersignalverlauf von [Fig. 12](#) kann die Dicke der überhitzten Flüssigsschicht gemäß der Anzahl von Impulsen erhöht werden. [Fig. 13](#) zeigt einen Treibersignalverlauf mit einem Beispiel, bei dem die Vielzahl von Impulsen des ersten Treibersignals von [Fig. 12](#) bei sich allmählich verbreiternden Intervallen angelegt wird. Das erste und zweite Treibersignal besitzen die gleiche Treiberspannung. Jeder Rechteckimpuls des ersten Treibersignals besitzt eine Impulsbreite W31 gleich der von [Fig. 12](#) und die Impulsintervalle werden als WS31, WS32, usw., allmählich breiter. Indem die lange Ruheperiode WS32 genommen wird, kann nach Erhöhen der Oberflächentemperatur des Heizelements die Dicke der überhitzten Flüssigsschicht bei Tinte erhöht werden, wobei die Oberflächentemperatur des Heizelements niedrig gehalten wird. [Fig. 14](#) zeigt ein Treiberverfahren, bei dem das erste Treibersignal stufenartig abnimmt, die Treibersignalverläufe aus [Fig. 6](#) und [Fig. 11](#) kombiniert sind und wie in [Fig. 13](#), nach einem schnellen Erhöhen der Oberflächentemperatur des

Heizelements ein Erhitzen bei einer niedrigen Spannung ausgeführt wird, damit die Dicke der überhitzten Flüssigkeitschicht bei der niedrigen Spannung erhöht werden kann.

**[0116]** Das Treiberverfahren eines Tintenstrahlaufzeichnens der vorliegenden Erfindung ist der wirksame Aufbau selbst bei einem Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren. Das nun erläuterte Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren ist ein Tintenstrahl-Aufzeichnungsverfahren, bei dem eine Blase auf Grund eines Filmsiedens, das durch Erhitzen für einen Tintenausstoß erzeugt wird, dazu gebracht wird, mit der Außenluft nahe der Ausstoßöffnung in Verbindung zu stehen, wenn der innere Druck der Blase negativ ist, oder dergleichen, und dadurch Tinte ausgestoßen wird. Es ist bei der Japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsschrift Nr. 2-112832, 2-112833, 2-112834, 2-114472, usw., erläutert.

**[0117]** Da in Übereinstimmung mit diesem Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren das Gas, das die Blase erzeugt, nicht mit einem ausgestoßenen Tintentröpfchen ausgebracht wird, kann eine Erzeugung eines Spritzers, eines Schleiers oder dergleichen verringert werden und eine Grundverschmutzung auf einem Aufzeichnungsmedium und eine Verschmutzung bei der Vorrichtung können verhindert werden. Als ein Grundvorgang durch das Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren wird daneben die Tinte auf der Ausstoßöffnungsseite des Abschnitts, bei dem eine Blase erzeugt wird, im Grundsatz insgesamt als Tintentröpfchen ausgestoßen. Aus diesem Grund kann die Menge an ausgestoßener Tinte gemäß dem Aufbau des Aufzeichnungskopfs, wie zum Beispiel dem Abstand zwischen der Ausstoßöffnung und dem vorstehenden Blasenerzeugungsabschnitt, festgelegt werden. Durch das vorstehende Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren wird es folglich möglich, eine stabile Ausstoßmenge ausstoßen zu können, ohne durch eine Änderung bei einer Tintentemperatur oder dergleichen stark beeinflußt zu werden.

**[0118]** Das vorstehende Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren wird nachfolgend mit Bezug auf [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) erläutert. [Fig. 15A](#) und [Fig. 15B](#) zeigen Aufzeichnungsköpfe und ihre Ausstoßverfahren, auf welche jedes der vorstehenden Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren geeignet anwendbar ist, und zeigen zwei Beispiele von besonderen Tintenfluß-Durchlaßbauweisen der Aufzeichnungsköpfe. Es muß jedoch nicht erwähnt werden, daß die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele von Tintenfluß-Durchlaßbauweisen beschränkt ist.

**[0119]** Die in [Fig. 15A](#) gezeigte Tintenfluß-Durchlaßbauweise ist mit einem Heizelement **10** auf einem Substrat (nicht gezeigt) ausgestattet. Durch Bilden einer Oberplatte mit Teilungen und Rinnen auf dieser Elementgrundlage werden eine gemeinsame Flüssigkammer **C** und ein Tintenflußdurchlaß **B** gebildet. Mit diesen wird eine Ausstoßöffnung **155** bei einem Endabschnitt des Tintenflußdurchlasses **B** gebildet. Die Bezugszeichen **E1** und **E2** bezeichnen eine Auswahlelektrode bzw. eine gemeinsame Elektrode zum Anlegen eines impulsförmigen Trebersignals an das Heizelement **10**. Das Bezugszeichen **D** bezeichnet eine Schutzschicht. Gemäß einem Anlegen des vorstehenden elektrischen Signals auf der Grundlage von Aufzeichnungsdaten über die Elektroden **E1** und **E2** erzeugt das Heizelement **10** zwischen den Elektroden **E1** und **E2** einen abrupten Temperaturanstieg, der einen Dampffilm erzeugt, in einer kurzen Zeit (etwa 300 °C) und dadurch wird eine Blase **156** erzeugt. Diese Blase **156** wächst und zu gegebener Zeit steht sie bei dem Endabschnitt **A** auf der Substratseite bei der Ausstoßöffnung **155** mit der Außenluft in Verbindung.

**[0120]** Nach dieser Verbindung wird ein stabiles ausgestoßenes Tintentröpfchen (gebrochene Linie **157**) erzeugt. Aus den Gründen, daß ein Nachfüllen für den nachfolgenden Ausstoß schnell durchgeführt wird, weil die Blase **156** den Tintendurchlaß **B** bei ihrem Wachstumsvorgang nicht vollständig blockiert (Tinte innerhalb des Tintendurchlasses **B** ist kontinuierlich zu Tinte, die über die Ausstoßöffnung **155** hinausreicht), und daß die Wärme der Blase, die eine relativ hohe Temperatur nicht unterhalb von 300 °C angenommen hat, ebenso in die Außenluft ausgestoßen wird, usw., gilt bei diesem Ausstoß, daß selbst große Probleme bei einer Wärmespeicherung (Verringerung einer Tintenviskosität oder instabile Blasenerzeugung auf Grund einer Wärmespeicherung) nicht entstehen und das Treiberverhältnis von jedem Heizelement hoch gebracht werden kann.

**[0121]** Obwohl [Fig. 15B](#) keine gemeinsame Flüssigkammer **C** zeigt, besitzt ein Tintendurchlaß **B** eine gekrümmte Form und ein Heizelement **10** ist auf der Elementgrundfläche bei dem gekrümmten Abschnitt gebildet. Eine Ausstoßöffnung **155** besitzt eine Form mit einem in der Ausstoßrichtung abnehmenden Querschnitt und ihre Öffnung ist gegenüber dem Heizelement **10** gebildet. Diese Ausstoßöffnung **155** ist bei einer Öffnungsplatte **OP** gebildet.

**[0122]** Wie bei dem Aufbau der vorstehenden [Fig. 15A](#) ist ebenso in [Fig. 15B](#) dargestellt, daß ein Dampffilm (etwa 300 °C) erzeugt wird, um eine Blase **156** zu erzeugen. Durch diese Blasenerzeugung wird Tinte des Dickenabschnitts der Öffnungsplatte **OP** in die Ausstoßrichtung weggedrückt, um die Tinte dieses Abschnitts

dünn zu machen. Danach steht die Blase **156** mit der Außenluft bei dem Bereich zwischen der Peripherie A1 auf der Außenluftseite der Ausstoßöffnung **155** und dem Bereich A2 nahe der Ausstoßöffnung auf der Innenseite in Verbindung. Zu dieser Zeit blockiert das Wachstum der Blase **156** nicht den Tintendurchlaß und Tinte, die nicht in Richtung der Ausstoßrichtung abgehen muß, kann als ein kontinuierlicher Körper, der zu Tinte innerhalb des Tintendurchlasses B kontinuierlich ist, belassen werden, und es kann erreicht werden, die Ausstoßmenge und Ausstoßgeschwindigkeit des Tintentröpfchens **157** zu stabilisieren.

**[0123]** Da eine Blasenerzeugung in der Nachbarschaft der Ausstoßöffnung plötzlich und sicher durchgeführt werden kann, kann gemäß einem derartigen Blasenübertragungs-Ausstoßverfahren mit Hilfe einer Nachfülleistung durch den Tintendurchlaß bei dem vorstehenden nicht-blockierten Zustand eine hochstabile und sehr schnelle Aufzeichnung erreicht werden. Indem man die Blase mit der Außenluft in Verbindung bringt, findet daneben kein Entschäumungsverfahren der Blase statt und eine Beschädigung auf dem Heizelement oder Substrat auf Grund einer Kavitation kann verhindert werden.

**[0124]** Das Treiberverfahren einer Tintenstrahllaufzeichnung gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachstehend unter Verwendung der in [Fig. 11](#) bis [Fig. 13](#) gezeigten Treibersignalbeispiele erläutert.

(Beispiel 3)

**[0125]** Bei diesem Beispiel wurde der gleiche Aufzeichnungskopf wie der in [Fig. 2](#) gezeigte verwendet. Die Lebensdauern von Blasen wurden unter Verwendung des Treibersignalverlaufs von [Fig. 11](#) gemessen. Bei diesem Beispiel beträgt  $W_{11} = 0,3 \mu s$ ,  $W_{S11} = 0,5 \mu s$  und  $W_{12} = 0,8 \mu s$ . Die Oberflächentemperatur  $T_p$  des Heizelements durch das erste Treibersignal betrug etwa  $130^\circ C$ . Die Schäumzeit  $\delta t$  betrug  $0,5 \mu s$  und die Schäumzeit des einzelnen Treiberimpulses von [Fig. 7](#), bei dem die Temperaturanstiegsrate  $dT(t_0)$  die gleiche war, betrug  $t_g = 1 \mu s$ . Aus [Fig. 9](#) ergibt sich, daß  $t_s = 1,8 \mu s$  betrug. Bei der Treiberfrequenz von  $100 \text{ Hz}$  zu dieser Zeit wurden für  $10 \text{ Sekunden}$  **1000** Lebensdauern gemessen und das Verhältnis  $(\Delta t / |\tau|)$  der Lebensdauerstreuung  $\Delta t$  zu der mittleren Lebensdauer  $|\tau|$  wurde untersucht. Wenn  $\Delta t / |\tau|$  bei  $\delta t = 0,5 \mu s$  mit  $\Delta t / |\tau|$  bei  $t_g = 1,8 \mu s$  im Falle des einzelnen Treiberimpulses verglichen wurde, betrug folglich das erstere die Hälfte oder weniger als die Hälfte des letzteren. Unter Verwendung des Treibersignalverlaufs dieses Beispiels konnte eine Stabilisierung einer Schäumung erreicht werden.

**[0126]** Durch Berechnen der dritten Potenz des Verhältnisses der Lebensdauer ( $20 \mu s$ ) gemäß dem Treibersignal der vorliegenden Erfindung zu der Lebensdauer ( $12 \mu s$ ) gemäß dem einzelnen Treiberimpulssignal mit  $t_g = 0,5 \mu s$  wurde als nächstes der Beitrag des zweiten Treibersignals zur Schäumenergie erhalten. Er betrug  $22\%$ .

**[0127]** Aus dem vorstehenden ergibt sich, daß durch das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung die Dicke der überhitzten Flüssigschicht durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal fast bestimmt werden konnte und Schäumenergie unabhängig von dem zweiten Signal gesteuert werden konnte, um als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäumung zu dienen.

(Beispiel 4)

**[0128]** Bei diesem Beispiel wurde der gleiche Aufzeichnungskopf wie der in [Fig. 1](#) gezeigte verwendet. Die Lebensdauern von Blasen wurden unter Verwendung des Treibersignalverlaufs von [Fig. 12](#) gemessen. Bei diesem Beispiel betrug  $W_{21} = 0,5 \mu s$ ,  $W_{S21} = 0,5 \mu s$ ,  $n = 2$ ,  $W_{S22} = 2,0 \mu s$  und  $W_{22} = 0,8 \mu s$ . Die Oberflächentemperatur  $T_p$  des Heizelements durch das erste Treibersignal betrug etwa  $200^\circ C$ . Die Schäumzeit  $\delta t$  betrug  $0,3 \mu s$  und die Schäumzeit des einzelnen Treiberimpulses von [Fig. 7](#), bei dem die Temperaturanstiegsrate  $dT(t_0)$  die gleiche war, betrug  $t_g = 0,8 \mu s$ .

**[0129]** Aus [Fig. 9](#) ergibt sich, daß  $\mu s = 1,8 \mu s$  betrug. Bei der Treiberfrequenz von  $100 \text{ Hz}$  zu dieser Zeit wurden für  $10 \text{ Sekunden}$  **1000** Lebensdauern gemessen, und das Verhältnis  $(\Delta t / |\tau|)$  der Lebensdauerstreuung  $\Delta t$  zu der mittleren Lebensdauer  $|\tau|$  wurde untersucht. Wenn folglich  $\Delta t / |\tau|$  dieses Beispiels mit  $\Delta t / |\tau|$  bei  $t_g = 1,8 \mu s$  im Falle des einzelnen Treiberimpulses verglichen wurde, betrug das erstere weniger als die Hälfte des letzteren. Unter Verwendung des Treibersignalverlaufs dieses Beispiels konnte ein Stabilisieren einer Schäumung erreicht werden.

**[0130]** Die Lebensdauer gemäß dem Treibersignal der vorliegenden Erfindung betrug  $23 \mu s$ . Im Fall von  $t_g = 0,3 \mu s$  gemäß dem einzelnen Treiberimpulssignal floß wegen der großen Heizelementspannung ein Überstrom in das Heizelement und das Heizelement brach. So konnte die Lebensdauer nicht gemessen werden. Aus

[Fig. 9](#) ergibt sich, wenn  $tg = 0,3 \mu s$  beträgt, kann die Lebensdauer unter  $10 \mu s$  angenommen werden. Somit ist es denkbar, daß Schäumenergie fast durch das erste Treibersignal bestimmt werden kann.

**[0131]** Aus dem vorstehenden ergibt sich, daß durch das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung die Dicke der überhitzten Flüssigschicht fast durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal bestimmt werden konnte, und Schäumenergie konnte unabhängig von dem zweiten Signal gesteuert werden, um als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäumung zu dienen.

(Beispiel 5)

**[0132]** Bei diesem Beispiel wurde der gleiche Aufzeichnungskopf wie der in [Fig. 2](#) gezeigte verwendet. Die Lebensdauern von Blasen wurden unter Verwendung des Treibersignalverlaufs von [Fig. 13](#) gemessen. Bei diesem Beispiel gab es folgende Werte:  $W31 = 0,3 \mu s$ ,  $WS31 = 0,3 \mu s$ ,  $WS32 = 0,5 \mu s$ ,  $WS33 = 1,0 \mu s$  und  $W32 = 0,7 \mu s$ . Die Oberflächentemperatur  $T_p$  des Heizelements durch das erste Treibersignal betrug etwa  $160^\circ C$ . Die Schäumzeit  $\delta t$  betrug  $0,3 \mu s$  und die Schäumzeit des einzelnen Treiberimpulses von [Fig. 7](#), bei der die Temperaturanstiegsrate  $dT(t_0)$  die gleiche war, betrug  $tg = 0,6 \mu s$ .

**[0133]** Aus [Fig. 9](#) ergibt sich, daß  $\mu s 1,8 \mu s$  betrug. Bei der Treiberfrequenz von  $100 \text{ Hz}$  zu dieser Zeit wurden für  $10 \text{ Sekunden}$  **1000** Lebensdauern gemessen und das Verhältnis ( $\Delta t / |\tau|$ ) der Lebensdauerstreuung  $\Delta t$  zu der mittleren Lebensdauer  $|\tau|$  wurde untersucht. Wenn folglich  $\Delta t / |\tau|$  dieses Beispiels mit  $\Delta t / |\tau|$  bei  $tg = 1,8 \mu s$  im Falle des einzelnen Treiberimpulses verglichen wurde, betrug das erstere weniger als die Hälfte des letzteren. Unter Verwendung des Treibersignalverlaufs dieses Beispiels konnte ein Stabilisieren einer Schäumung erreicht werden.

(Vergleichsbeispiel 3)

**[0134]** Als nächstes betrug die Lebensdauer gemäß dem Treibersignal der vorliegenden Erfindung  $20,8 \mu s$ . Im Fall von  $tg = 0,3 \mu s$  gemäß dem einzelnen Treiberimpulssignal floß wegen der großen Heizelementspannung ein Überstrom in das Heizelement und das Heizelement brach. So konnte die Lebensdauer nicht gemessen werden. Aus [Fig. 9](#) ergibt sich, wenn  $tg = 0,3 \mu s$  ist, kann die Lebensdauer unterhalb von  $10 \mu s$  angenommen werden. Somit ist es denkbar, daß Schäumenergie fast durch das erste Treibersignal bestimmt werden kann.

**[0135]** Aus dem vorstehenden ergibt sich, daß durch das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung die Dicke der überhitzten Flüssigschicht durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal fast bestimmt werden konnte und Schäumenergie unabhängig von dem zweiten Signal gesteuert werden konnte, um als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäumung zu dienen.

**[0136]** Unter Verwendung des Treiberverfahrens der vorliegenden Erfindung konnte daneben die Lebensdauer der Blase, die fast gleich zu der im Falle des einzelnen Rechtecktreiberimpulses mit  $tg = 1,8 \mu s$  war, erhalten werden und es war möglich, eine ausreichende Schäumenergie sicherzustellen.

(Beispiel 6)

**[0137]** Dieses Beispiel zeigt ein Beispiel eines Anwendens des mit Bezug auf [Fig. 15](#) erläuterten Übertragungsausstoßverfahrens. Ein Aufzeichnungskopf in der Form von [Fig. 15B](#) wurde verwendet.

**[0138]** Als Substrat wurde ein p-Typ-Siliziumwafer mit seiner Kristallorientierung (**100**) verwendet. Dieser Wafer war thermisch oxidiert, um einen  $0,6 \mu m$  dicken Siliziumdioxidfilm zu bilden. Auf diesem Siliziumdioxidfilm war ein  $0,7 \mu m$  dicker PSG-Film durch ein Normaldruck-CVD-Verfahren abgeschieden, und weiter war ein Plasmasiliziumoxid-(p-SiO)-Film durch ein Plasma-CVD-Verfahren darauf abgeschieden. Auf diesem Substrat waren ein Dünnfilm-Widerstandselement für ein Heizelement, das aus Ta-N hergestellt ist, und Verdrahtungselektroden als Al-Cu zum Anlegen eines Treibersignals an das Dünnfilm-Widerstandselement gebildet. Ein  $0,2 \mu m$  dicker Plasmasiliziumnitrid-(p-SiN)-Film ist als ein Schutzfilm auf dem Dünnfilm-Widerstandselement gebildet, und weiter war ein  $2300$  Angström dicker Tantalfilm, der gegenüber einer Kavitationserosion und einer Korrosion auf Grund einer elektrochemischen Reaktion tolerant ist, auf dem Plasmasiliziumnitrid-(p-SiN)-Film gebildet. Auf diesem Heizelement war eine Öffnungsplatte gebildet, um einen Tintendurchlaß und eine Ausstoßöffnungsplatte zu erzeugen. Durch Ätzen von der Rückfläche mittels anisotropischem Ätzen von Silizium war bei dem Substrat ein Durchgangsloch erzeugt. Dieses Durchgangsloch wurde als ein Tintenzuführungsanschluß verwendet. Die Größe des Dünnfilm-Widerstandselementes betrug  $26 \mu m * 32 \mu m$ , die Größe der Aus-

stoßöffnung betrug  $23 \mu\text{m} * 23 \mu\text{m}$ , die Höhe des Tintendurchlasses betrug  $12 \mu\text{m}$  und die Höhe zwischen dem Dünnfilm-Widerstandselement und dem Ausstoßöffnungsseitenende betrug  $20 \mu\text{m}$ . Der Blattwiderstand des Heizelementes betrug  $53 \Omega/\square$ . 48 Aufzeichnungsköpfe, von denen jeder den vorstehenden Aufbau besitzt, waren bei einer Dichte von 360 pro Inch angeordnet.

**[0139]** Unter Verwendung dieses Aufzeichnungskopfes wurden die Ausstoßgeschwindigkeiten von Tröpfchen und die Geschwindigkeitsstreuung gemäß dem Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung unter Verwendung des Treibersignalverlaufs von [Fig. 11](#) gemessen. Die verwendete Tinte war die gleiche wie die bei [Fig. 2](#) erläuterte. Die Treibersignalspannung wurde auf das 1,1-fache der minimalen Spannung, bei der eine Blase erzeugt wurde, gesetzt. Die nachstehende Tabelle zeigt die Ausstoßgeschwindigkeiten von gemessenen Tröpfchen. Jede dargestellte Ausstoßgeschwindigkeit war das Mittel aller Ausstoßgeschwindigkeiten, wenn ein Ausstoß 1000-fach durchgeführt wurde. Bei einer Änderung der Impulsbreite gemäß einem einzelnen Treibersignal wurde die Schäumzeit, bei der eine Ausstoßgeschwindigkeit abnahm, gemessen. Die Ausstoßgeschwindigkeit begann ab  $\text{tg} \approx 1,5 \mu\text{s}$  abzunehmen und eine ausreichende Schäumenergie konnte nicht erhalten werden. Impulsbreitenbedingungen eines Treibersignals bei einem Treiben gemäß dem einzelnen Impuls und das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung werden nachstehend erläutert.

Tabelle 1

	W11 ( $\mu\text{s}$ )	WS11 ( $\mu\text{s}$ )	W12 ( $\mu\text{s}$ )	Ausstoß- geschw. ( $\text{m/s}$ )
Vergleichs- beispiel 4	0	0	1,5	16,0
Vergleichs- beispiel 5	0	0	0,42	11,4
Beispiel 6	0,3	0,2	0,3	16,5

**[0140]** Im Vergleich zu der Ausstoßgeschwindigkeit des Vergleichsbeispiels 4 verringerte sich die Ausstoßgeschwindigkeit des Vergleichsbeispiels 5 von einer Schnellerhitzung auf zwei Drittel. Da die kinetische Energie eines Tröpfchens proportional zur Schäumenergie und zu dem Quadrat der Ausstoßgeschwindigkeit ist, nahm sie laut Tabelle 1 um nahezu 50 % ab. Bei dem Beispiel 4 des Treiberverfahrens der vorliegenden Erfindung war die Ausstoßgeschwindigkeit größer als die des Vergleichsbeispiels 4. Im Vergleich zu dem Vergleichsbeispiel 5 von einer Schnellerhitzung betrug die Ausstoßgeschwindigkeit das 1,44-fache, obwohl die Anlegezeit des Treiberimpulses des zweiten Treibersignals kürzer war.

**[0141]** Als nächstes ergab sich aus der Messung der Ausstoßgeschwindigkeiten, wenn der Ausstoßgeschwindigkeits-Änderungsbetrag, der der Wert ist, der sich aus der Teilung der Änderungsbreite der Ausstoßgeschwindigkeiten durch das Mittel der Ausstoßgeschwindigkeiten ergibt, gemessen wurde, nahm bei dem Beispiel 6 der Wert auf ein Drittel des Wertes bei dem Vergleichsbeispiel 4 ab.

**[0142]** Aus dem vorstehenden ergibt sich, durch das Treiberverfahren der vorliegenden Erfindung konnte die Dicke der überhitzten Flüssigschicht durch Erhitzen gemäß dem ersten Treibersignal fast bestimmt werden, und Schäumenergie konnte unabhängig von dem zweiten Signal gesteuert werden, um als ein Auslöser zum Stabilisieren einer Schäumung zu dienen.

**[0143]** Wie vorstehend erläutert, gemäß dem Treiberverfahren und der Aufzeichnungsvorrichtung der vorliegenden Erfindung, die vorstehend erläutert wurden, kann Schäumenergie unter Verringerung der Schwankung von Schäumenergie ausreichend groß gemacht werden, weil eine in Tinte erzeugte Blase stabil erzeugt werden kann. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Ausstoßleistung von Tinte, wie etwa die Ausstoßgeschwindigkeit von Tinte. Folglich kann ein Bild von hoher Qualität erhalten werden.

**Patentansprüche**

1. Treiberverfahren für einen Tintenstrahl-Aufzeichnungskopf, bei dem ein Treibersignal an ein Heizelement angelegt wird, um eine Blase zu erzeugen, um Tinte durch eine Ausstoßöffnung auszustoßen, wobei das Treibersignal ein erstes Treibersignal zum Speichern von Schäumenergie bei Tinte und ein zweites Treibersignal zum Erzeugen einer Blase bei Tinte umfaßt,

dadurch gekennzeichnet, daß

das zweite Treibersignal eine Signalzeit besitzt, die kürzer als die Grenzschäumzeit  $ts$  ist, bei der Schäumenergie im Falle eines Ausführens einer Schäumung lediglich durch das zweite Treibersignal abnehmen würde, das erste Treibersignal vor dem zweiten Treibersignal angelegt wird, um ein Abnehmen der Schäumenergie auszugleichen, und die Oberfläche des Heizelementes durch das erste Treibersignal vor Anlegen des zweiten Treibersignals auf die Siedetemperatur oder höher erhitzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Zeit  $\delta t$  von dem Start eines Anlegens des zweiten Treibersignals bis zur Blasenerzeugung geringer ist als die Grenzschäumzeit  $ts$ , bei der Schäumenergie in dem Fall, in dem eine Blase lediglich durch das zweite Treibersignal und ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugt wird, abnehmen würde, das heißt,  $\delta t$  und  $ts$  die Beziehung

$$\delta t < ts$$

erfüllen, und daß

die Anlegezeit  $t_1$  des ersten Treibersignals, die die Zeitdifferenz von der Zeit, bei der ein Anlegen des ersten Treibersignals gestartet wird, bis zu der Zeit, bei der das zweite Treibersignal gestartet wird, ist, die Anlegezeit  $t_2 - t_1$  des zweiten Treibersignals und die Wärmemenge  $Q(t)$  des Heizelementes durch das Treibersignal die Beziehung erfüllen:

$$1/t_1 \int_0^{t_1} Q(t) dt < 1/\delta t \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt ;$$

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

wenn die Zeit, bei der durch das zweite Treibersignal eine Blase erzeugt wird,  $\delta t$  ist, die Temperaturanstiegsrate zu dieser Zeit  $dT(\delta t)$  ist, die Grenzschäumzeit, bei der Schäumenergie abnehmen würde, falls durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals eine Blase erzeugt wäre,  $ts$  beträgt, und die Temperaturanstiegsrate bei der Tinte zu dieser Zeit  $dT(ts)$  ist, die Beziehung erfüllt ist:

$$dT(\delta t) > dT(ts)$$

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

das erste Treibersignal zum Erhöhen der Dicke einer überhitzten Tintenschicht bei Tinte, die von dem Heizelement Wärme empfängt, vorgesehen ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

wenn die Zeit von einem Anlegestart des zweiten Treibersignals bis zu einer Blasenerzeugung  $\delta t$  ist, die Zeit, bei der durch das zweite Treibersignal eine Blase erzeugt wird,  $\delta t$  ist, die Grenzschäumzeit, bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt,  $ts$  ist, der Siedepunkt von Tinte  $T_b$  ist, die Schäumtemperatur  $T_g$  ist, und die Temperatur von Tinte vor einem Anlegen des ersten Treibersignals  $T_{amb}$  ist,  $\delta t$  folgende Beziehung erfüllt:

$$\delta t < (T_g - T_b)/(T_g - T_{amb}) \cdot ts$$

6. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet, daß

das Verhältnis  $J_1/J_0$  der Schäumenergie  $J_1$  einer Blase, die lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals erzeugt wird, zu der Schäumenergie  $J_0$  einer Blase, die durch das erste und zweite Treibersignal erzeugt wird, die Beziehung erfüllt:

$$J_1/J_0 * 100 > 50 \%$$

7. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Wärmemenge des Heizelementes durch das zweite Treibersignal größer oder gleich der Wärmemenge des Heizelementes bei der Grenzsäumzeit  $ts$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt, ist.

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
 $ts$  die Grenzsäumzeit ist, wenn sich die Lebensdauer einer Blase verringert.

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
 $ts$  die Grenzsäumzeit ist, wenn sich die Ausstoßgeschwindigkeit verringert.

10. Verfahren nach einem vorangehenden Anspruch,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das erste und zweite Treibersignal ein Dauersignal ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
zwischen dem ersten und zweiten Treibersignal eine Ruheperiode eingefügt ist.

12. Verfahren nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das erste Treibersignal eine Vielzahl von Impulsen umfaßt, und die Ruheperioden zwischen den Impulsen allmählich länger werden.

13. Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung zum Aufzeichnen durch Anlegen eines Treibersignals an ein Heizelement, um Wärme zuzuführen, um eine Blase zum Ausstoßen von Tinte durch eine Ausstoßöffnung zu erzeugen, mit:  
einer Treibersignal-Zuführungseinrichtung zum Anlegen eines Treibersignals, das ein erstes Treibersignal zum Speichern von Schäumenergie bei Tinte und ein zweites Treibersignal zum Erzeugen einer Blase bei Tinte umfaßt, an das Heizelement, wobei das zweite Treibersignal eine Signalzeit besitzt, die kürzer ist als die Grenzsäumzeit  $ts$ , bei der Schäumenergie im Falle eines Ausführens einer Schäumung lediglich durch das zweite Treibersignal abnehmen würde, wobei die Treibersignal-Zuführungseinrichtung eingerichtet ist, um das erste Treibersignal vor dem zweiten Treibersignal anzulegen, um eine Abnahme bei der Schäumenergie auszugleichen, und eingerichtet ist, um die Oberfläche des Heizelementes durch das erste Treibersignal vor Anlegen des zweiten Treibersignals auf die Siedetemperatur oder höher zu erhitzen.

14. Tintenstrahl-Aufzeichnungsvorrichtung nach Anspruch 13,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
die Treibersignal-Zuführungseinrichtung eingerichtet ist, um das zweite Treibersignal derart anzulegen, daß die Zeit  $\delta t$  von einem Anlegestart des zweiten Treibersignals bis zu einer Blasenerzeugung, und die Grenzsäumzeit  $ts$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal und ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnehmen würde, die Beziehung erfüllen:

$$\delta t < ts;$$

und daß die Anlegezeit  $t_1$  des ersten Treibersignals, die die Zeitdifferenz von der Zeit, bei der das Anlegen des ersten Treibersignals gestartet wird, bis zu der Zeit, bei der das zweite Treibersignal gestartet wird, ist, die Anlegezeit  $t_2-t_1$  des zweiten Treibersignals und die Wärmemenge des Heizelementes durch das Treibersignal  $Q(t)$  die Beziehung erfüllen:

$$1/t_1 \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt < 1/\delta t \int_{t_1}^{t_2} Q(t) dt .$$

15. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,  
dadurch gekennzeichnet, daß  
das erste Treibersignal zum Erhöhen der Dicke einer überhitzten Tintenschicht bei Tinte, die von dem Heizelement Wärme empfängt, vorgesehen ist.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

dadurch gekennzeichnet, daß

wenn die Zeit von einem Anlegestart des zweiten Treibersignals bis zu einer Blasenerzeugung  $\delta t$  ist, die Zeit, bei der durch das zweite Treibersignal eine Blase erzeugt wird,  $\delta t$  ist, die Grenzschäumzeit, bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnimmt,  $ts$  ist, der Siedepunkt von Tinte  $Tb$  ist, die Schäumtemperatur  $Tg$  ist, und die Temperatur von Tinte vor Anlegen des ersten Treibersignals  $Tamb$  ist,  $\delta t$  die Beziehung erfüllt:

$$\delta t < (Tg - Tb) / (Tg - Tamb) \cdot ts.$$

17. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, daß

die Wärmemenge des Heizelementes durch das zweite Treibersignal größer oder gleich der Wärmemenge des Heizelementes bei der Grenzschäumzeit  $ts$ , bei der im Falle eines Erzeugens einer Blase lediglich durch das zweite Treibersignal ohne Anlegen des ersten Treibersignals Schäumenergie abnehmen würde, ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, daß

$ts$  die Grenzschäumzeit ist, wenn sich die Lebensdauer einer Blase verringert.

19. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, daß

$ts$  die Grenzschäumzeit ist, wenn sich die Ausstoßgeschwindigkeit verringert.

20. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, daß

das erste und zweite Treibersignal ein Dauersignal ist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 13 oder 14,

dadurch gekennzeichnet, daß

zwischen dem ersten und zweiten Treibersignal eine Ruheperiode eingefügt ist.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

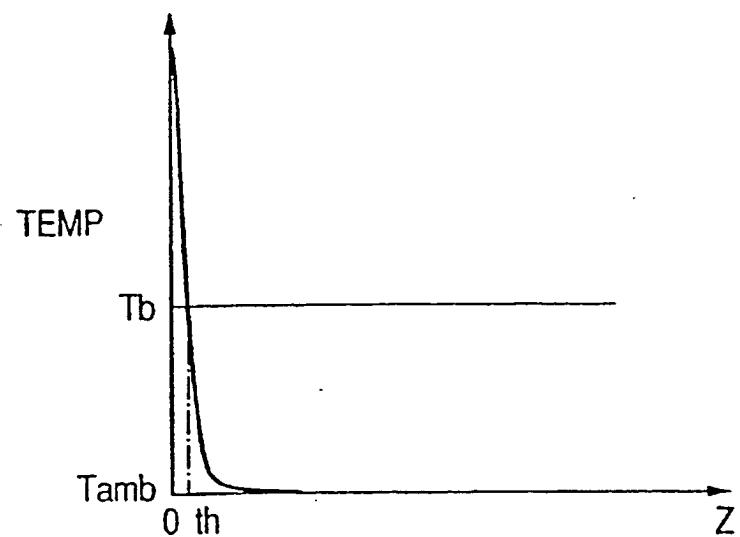


FIG. 1B

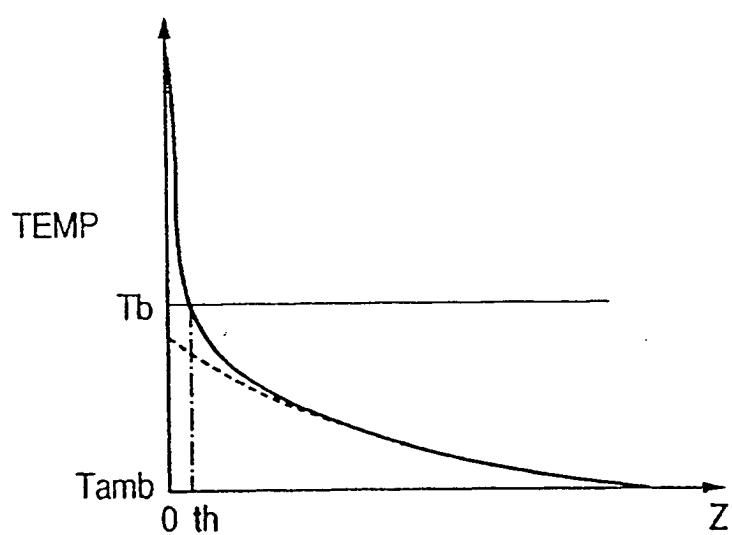


FIG. 1C

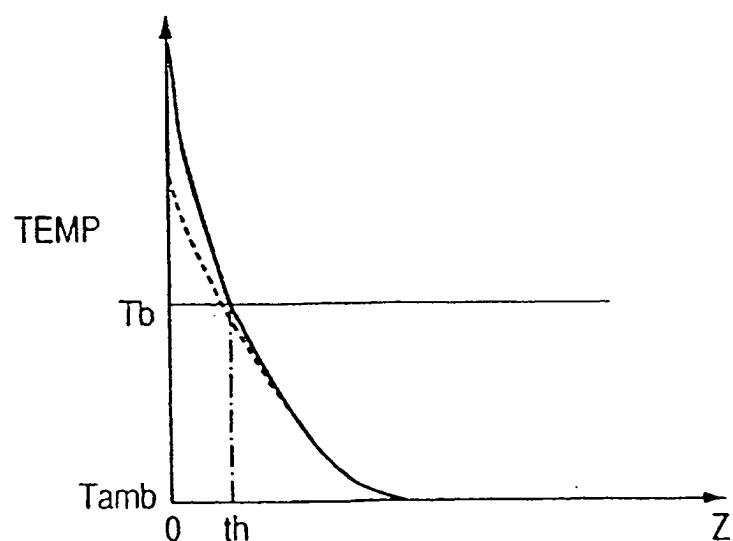


FIG. 2

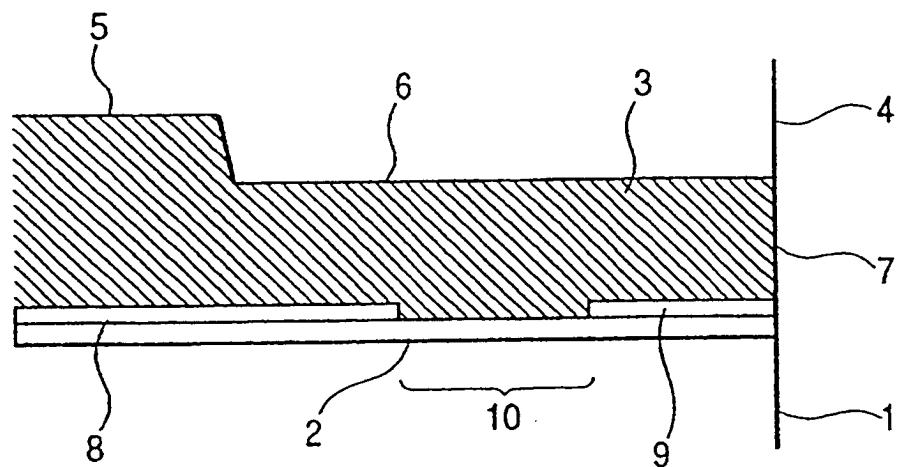


FIG. 3

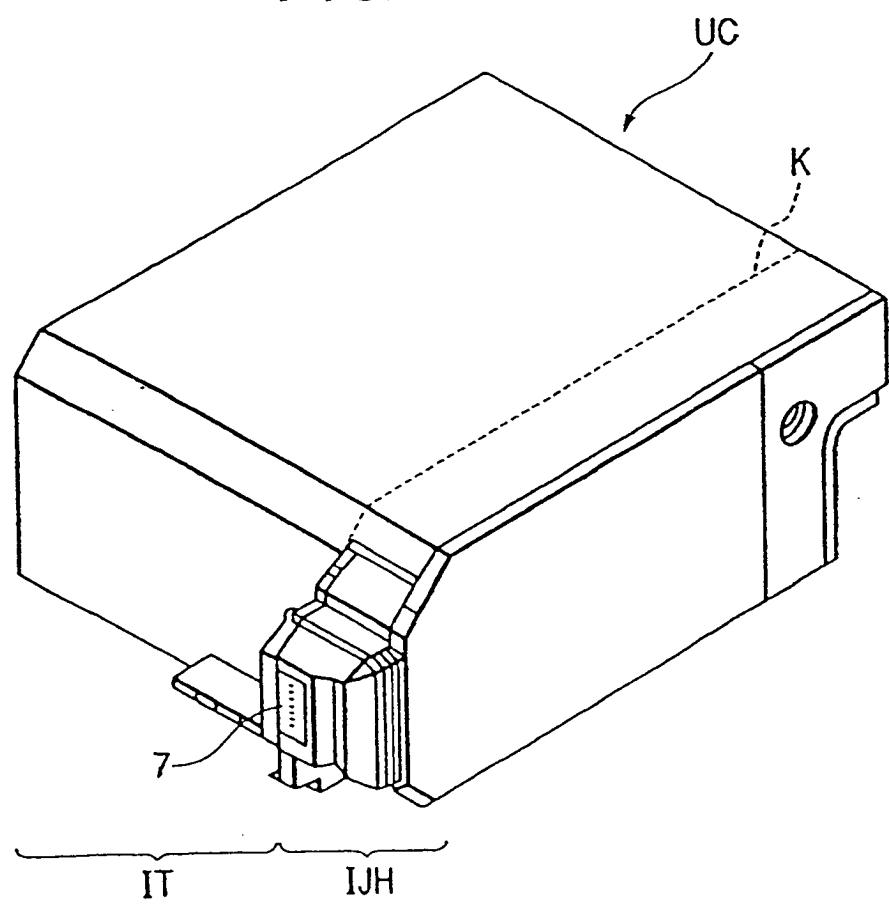


FIG. 4

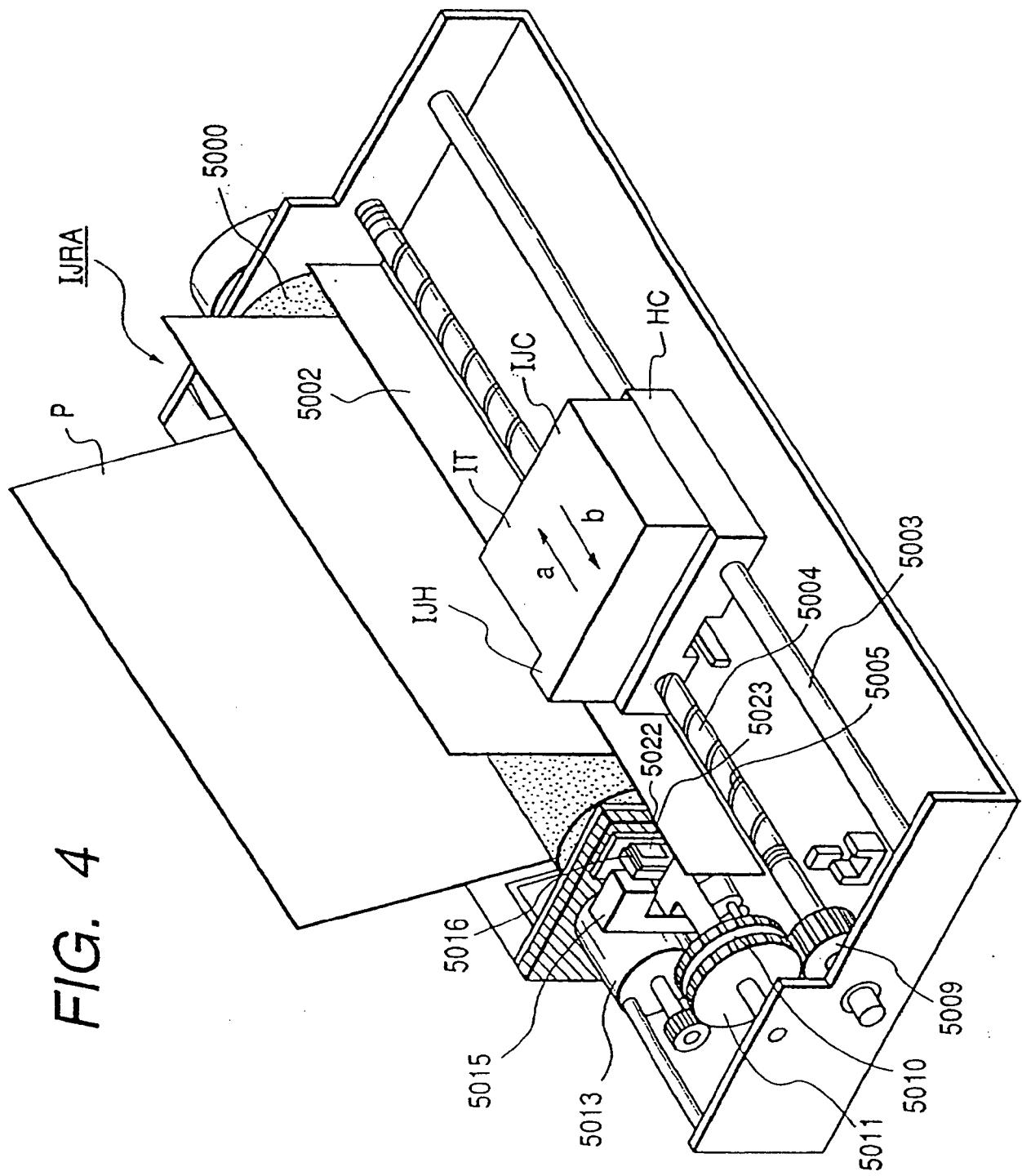


FIG. 5

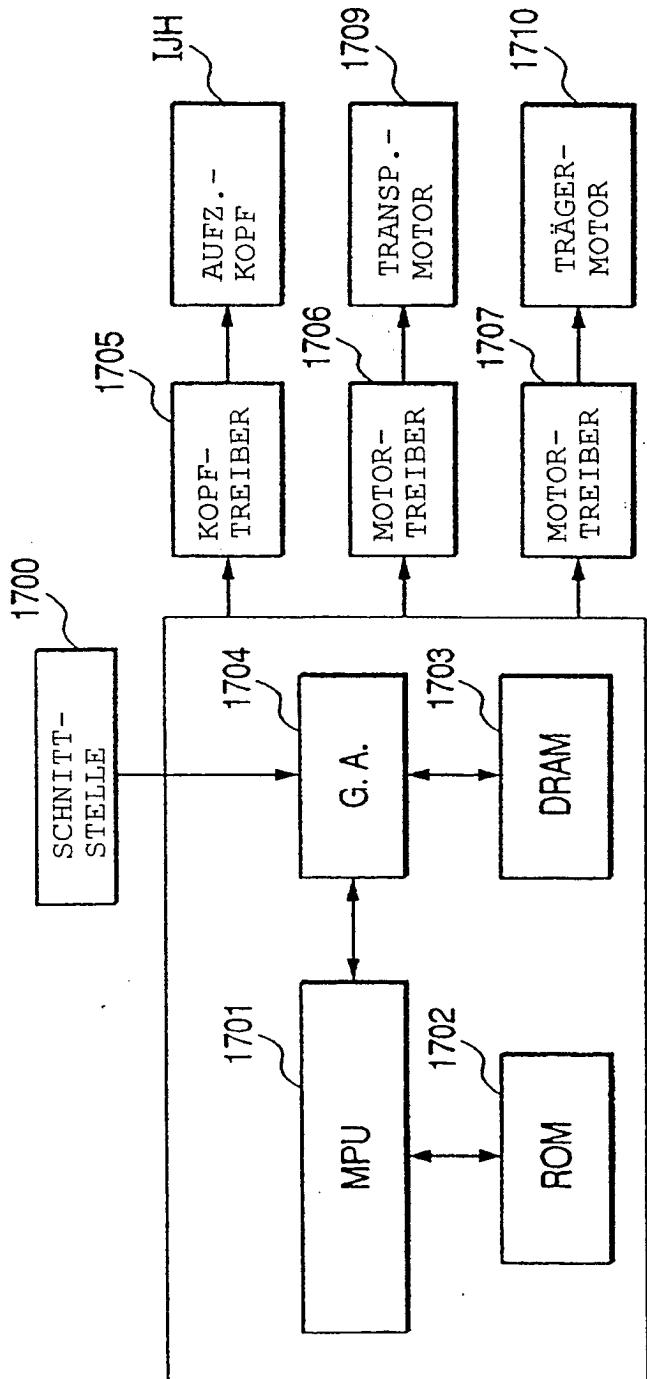


FIG. 6

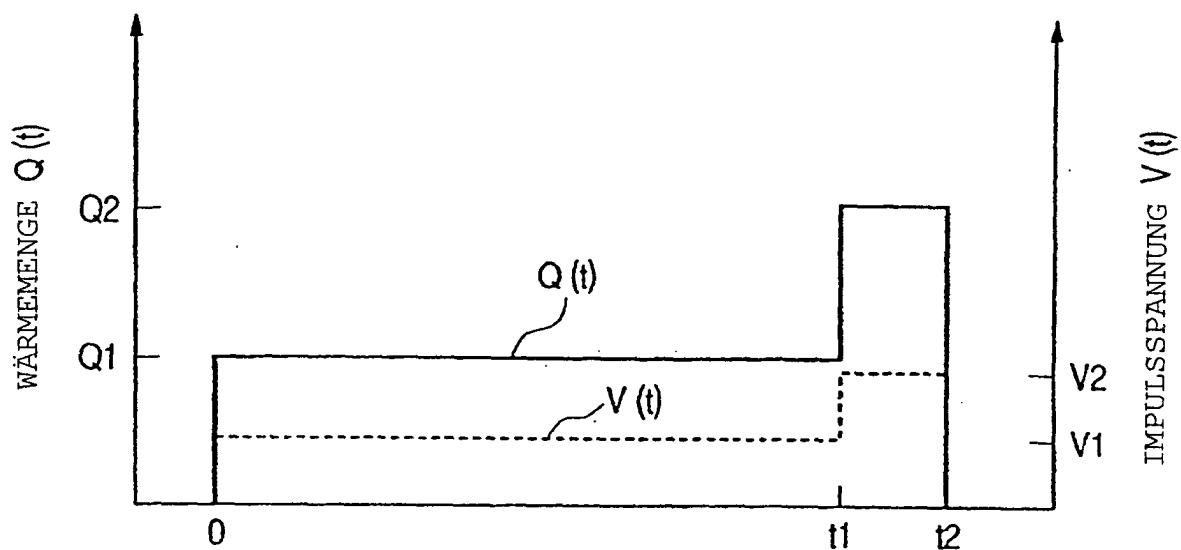


FIG. 7

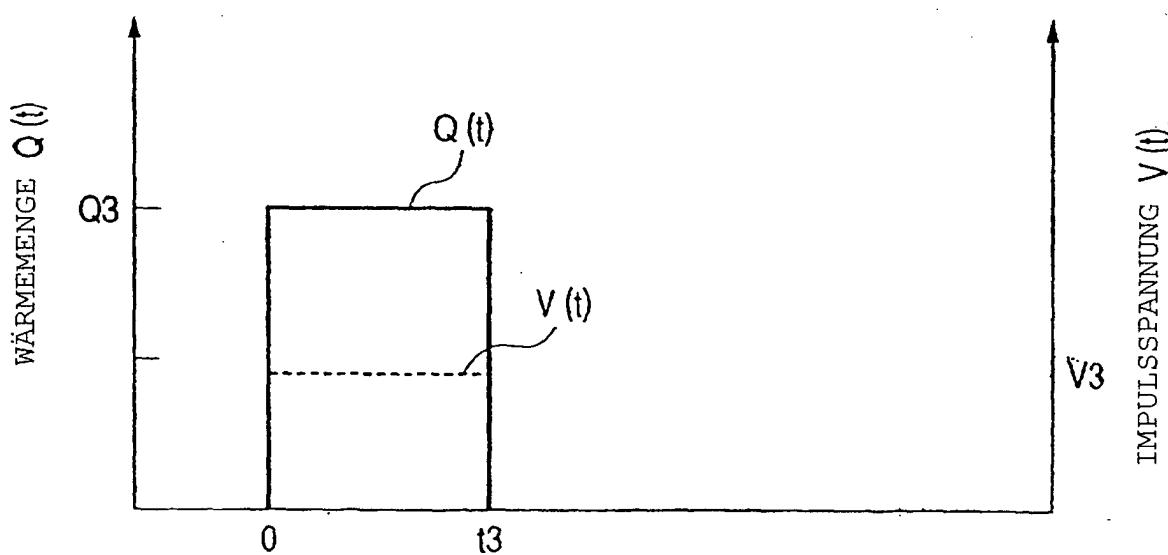


FIG. 8

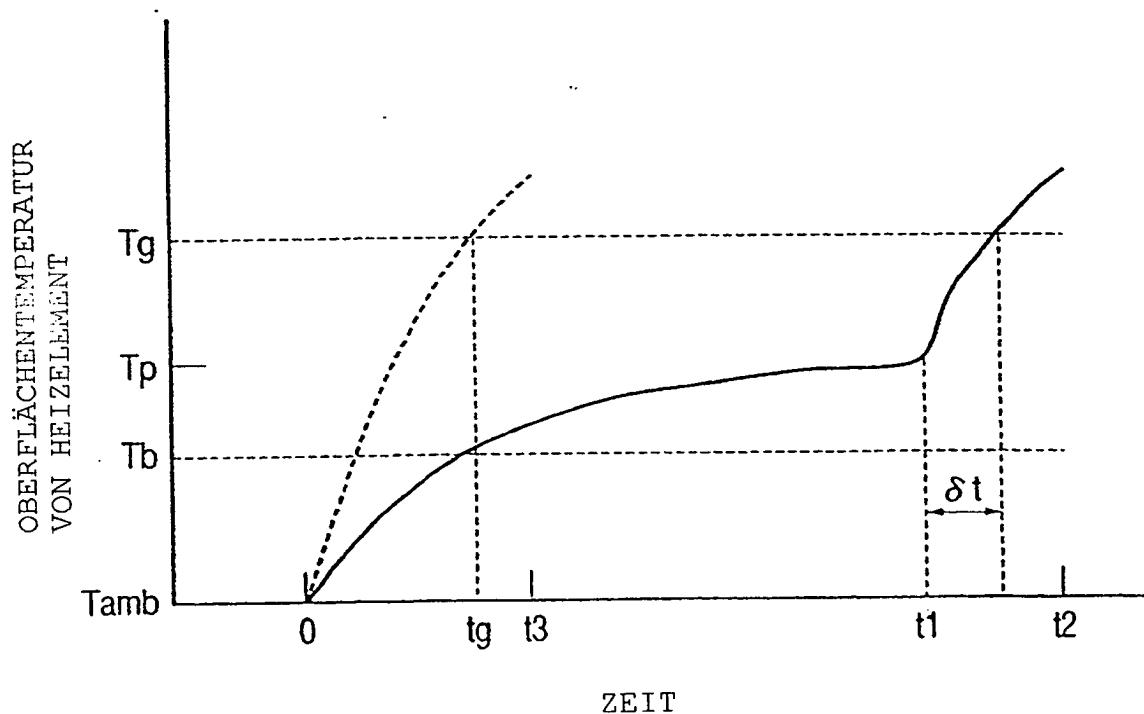
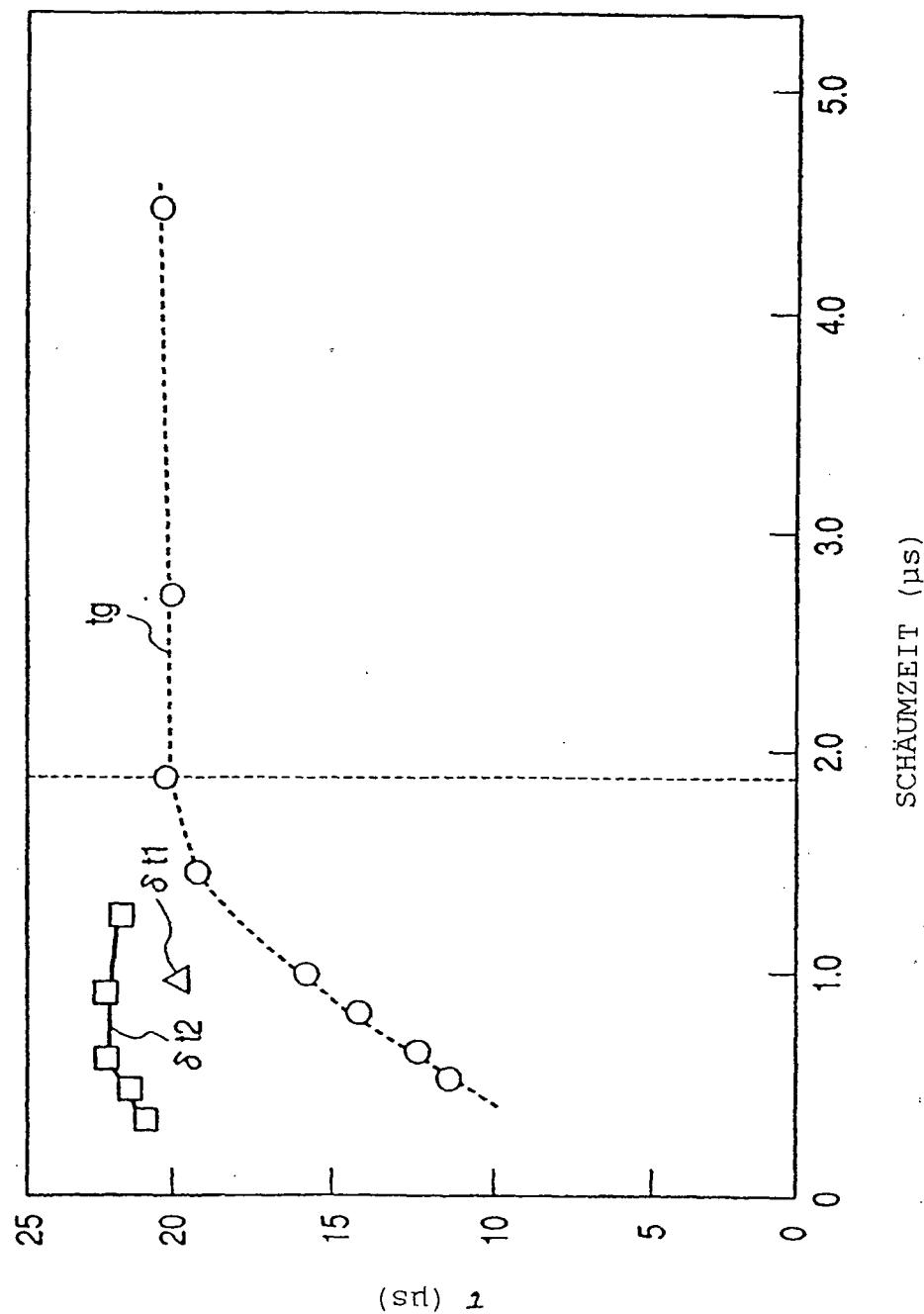
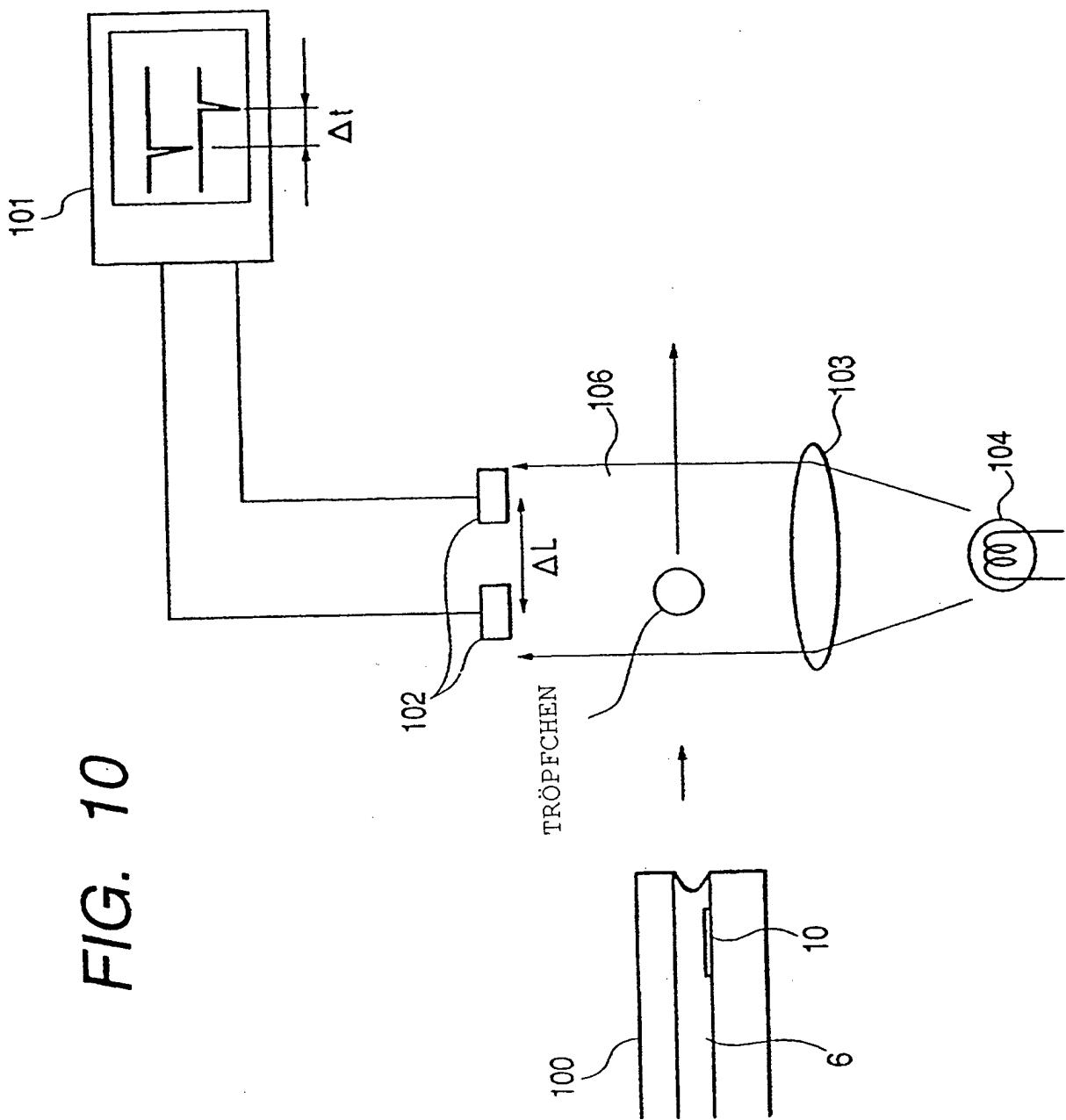
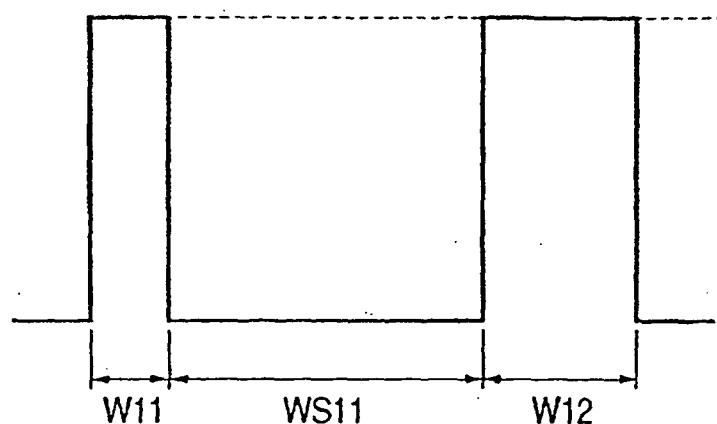


FIG. 9

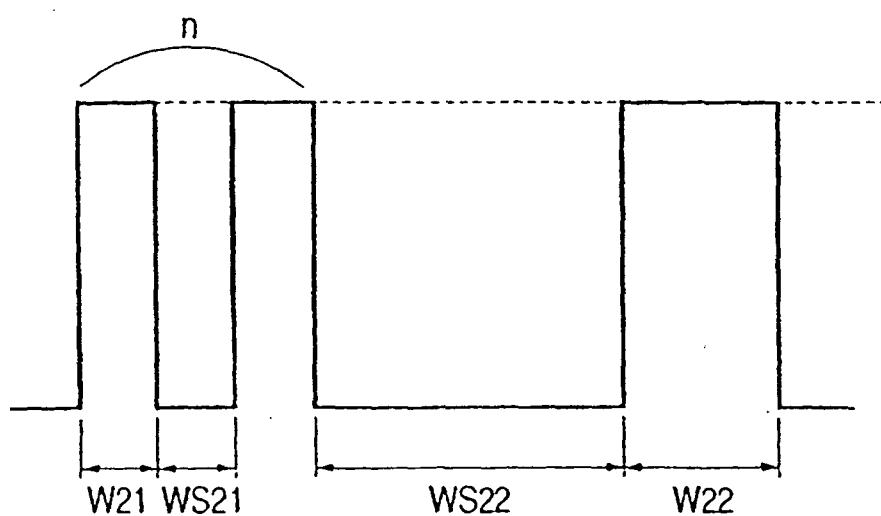




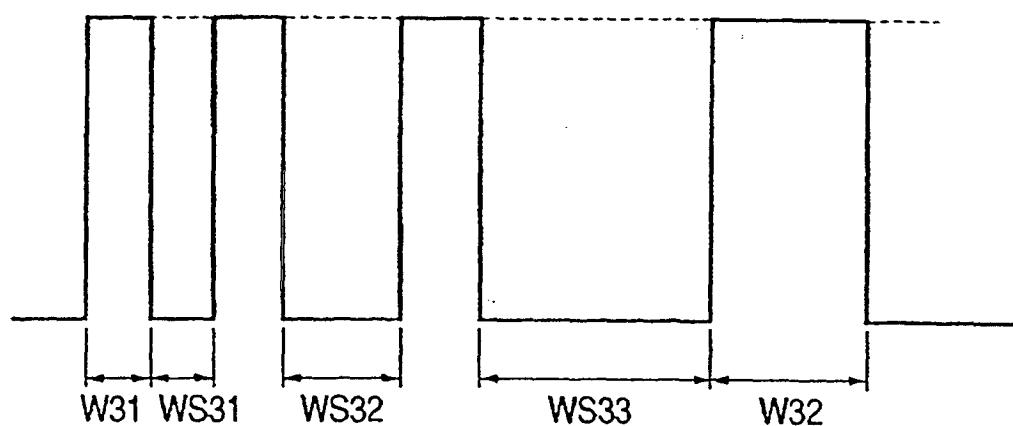
*FIG. 11*



*FIG. 12*



*FIG. 13*



*FIG. 14*

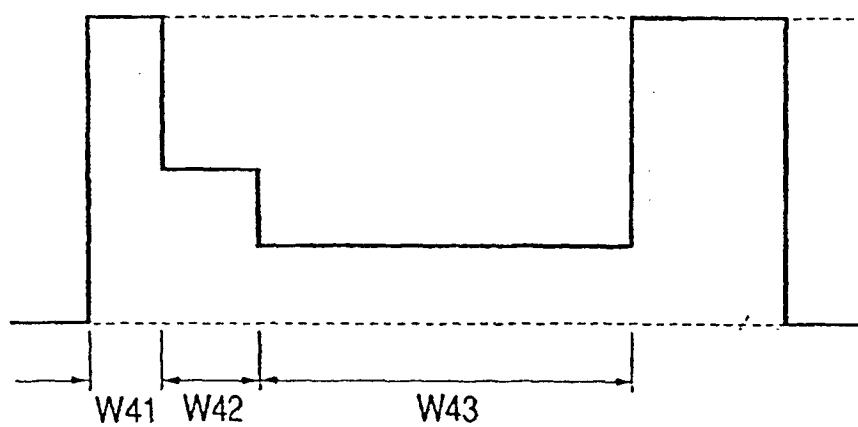


FIG. 15A

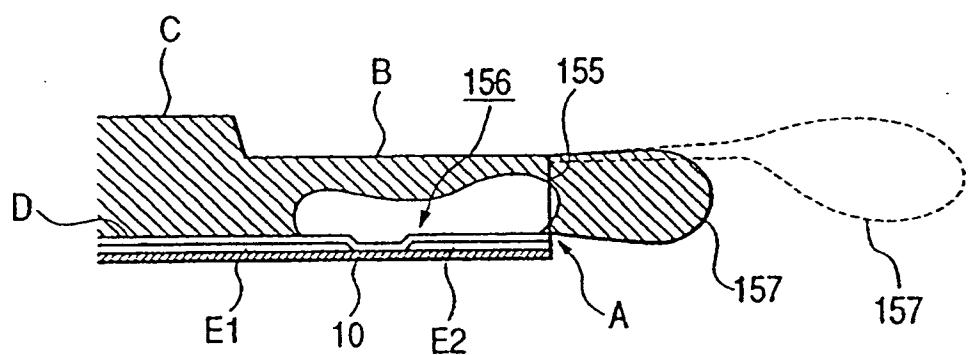


FIG. 15B

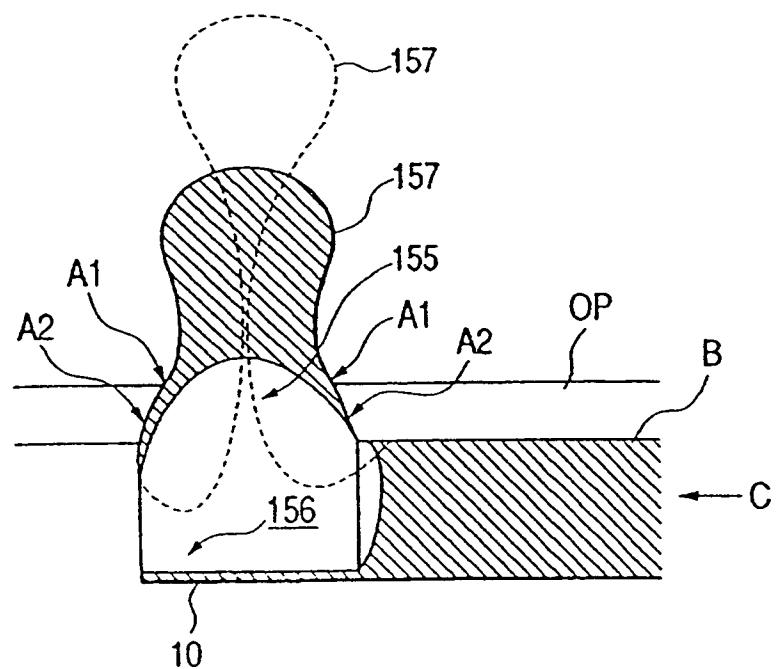


FIG. 16

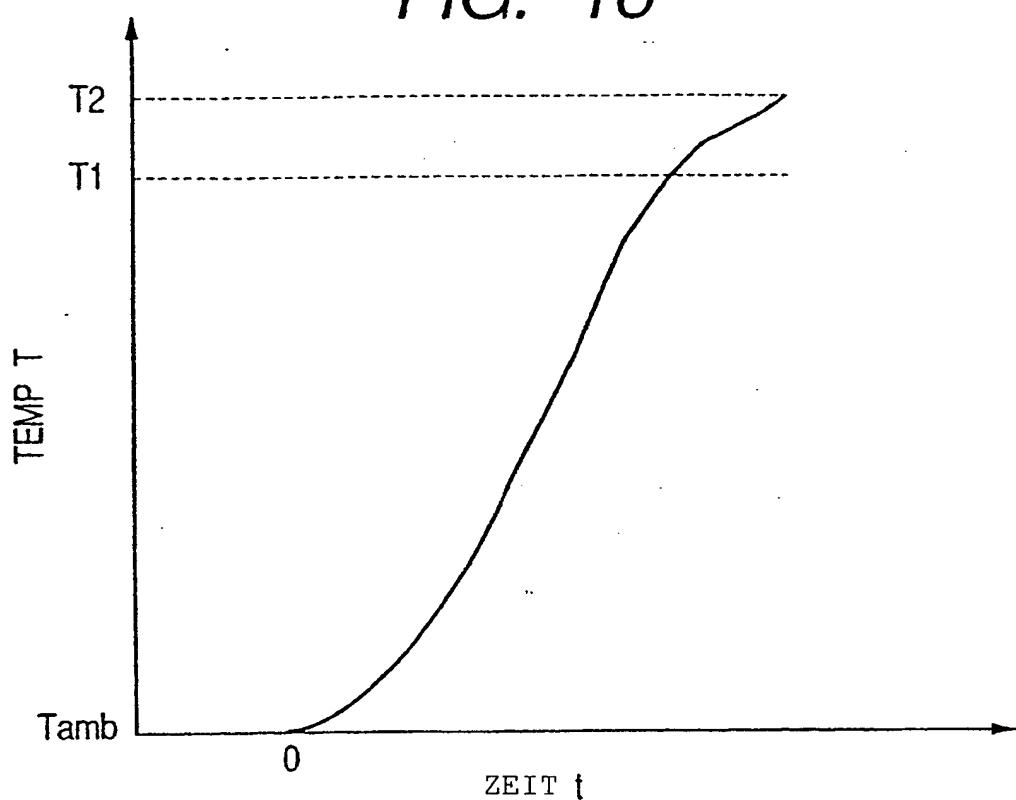


FIG. 17

