



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 601 20 573 T2 2007.05.31

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 177 899 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 601 20 573.1

(96) Europäisches Aktenzeichen: 01 118 250.8

(96) Europäischer Anmeldetag: 30.07.2001

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 06.02.2002

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: 14.06.2006

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 31.05.2007

(51) Int Cl.⁸: B41J 2/14 (2006.01)

B41J 2/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000232408 31.07.2000 JP
2000267820 04.09.2000 JP

(73) Patentinhaber:

Canon K.K., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Tiedtke und Kollegen, 80336 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR

(72) Erfinder:

Ozaki, c/o Canon Kabushiki Kaisha, Teruo, Tokyo,
JP; Ikeda, c/o Canon Kabushiki Kaisha, Masami,
Tokyo, JP; Kasamoto, c/o Canon Kabushiki
Kaisha, Masami, Tokyo, JP; Saito, c/o Canon
Kabushiki Kaisha, Ichiro, Tokyo, JP; Ishinaga, c/o
Canon Kabushiki Kaisha, Hiroyuki, Tokyo, JP;
Koyama, c/o Canon Kabushiki Kaisha, Shuji,
Tokyo, JP; Misumi, c/o Canon Kabushiki Kaisha,
Yoshinori, Tokyo, JP; Iri, c/o Canon Kabushiki
Kaisha, Junichiro, Tokyo, JP; Mochizuki, c/o
Canon Kabushiki Kaisha, Muga, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: Tintenstrahlkopf mit Antikavitationsschicht zum Verhindern von Ablagerungen und Erosion

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**HINTERGRUND DER ERFINDUNG****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Tintenstrahlkopf zum Aufzeichnen durch Ausstoßen einer Tinte, auf ein Substrat für solch einen Kopf, auf Verfahren zur Herstellung des Kopfes und des Substrats, auf ein Verfahren zur Verwendung solch eines Kopfes sowie auf ein Tintenstrahllaufzeichnungsgerät.

Verwandter Stand der Technik

[0002] Ein in dem U.S.-Patent 4,723,129 oder dem U.S.-Patent 4,740,796 offenbartes Tintenstrahllaufzeichnungssystem kann bei einer großen Geschwindigkeit mit großer Genauigkeit und hoher Bildqualität aufzeichnen und ist zum Farbaufzeichnen und für Kompaktheit geeignet. Bei einem Aufzeichnungskopf, der solch ein Tintenstrahllaufzeichnungssystem einsetzt und so angepasst ist, um eine Tinte durch Blasenerzeugung in der Tinte mittels thermischer Energie auf ein Aufzeichnungsmedium auszustoßen, sind wärmeerzeugende Widerstandselemente zur Blasenerzeugung in der Tinte und Leitungen für eine elektrische Verbindung mit diesen auf dem gleichen Substrat ausgebildet, um ein Kopfsubstrat zum Tintenstrahllaufzeichnen bereitzustellen, und Düsen zum Ausstoßen der Tinte sind im Allgemeinen auf dem Substrat ausgebildet.

[0003] Das Kopfsubstrat zum Tintenstrahllaufzeichnen ist weitreichend entwickelt worden, um zuzuführende elektrische Energie einzusparen und eine Verkürzung der Lebensdauer des Substrats aufgrund einer mechanischen Schädigung, die durch eine Blasenerzeugung verursacht wird, und aufgrund einer Zerstörung eines wärmeerzeugenden Abschnitts, die durch einen thermischen Impuls hervorgerufen wird, zu vermeiden. Insbesondere sind viele Untersuchungen bezüglich eines Schutzfilms zum Schützen eines wärmeerzeugenden Widerstandselementes mit einem wärmeerzeugenden Abschnitt, der zwischen einem Paar Leitungen angeordnet ist, gegenüber Tinte durchgeführt worden.

[0004] Unter dem Gesichtspunkt der Wärmeeffizienz ist es für den Schutzfilm vorteilhaft, dass er eine hohe Wärmeleitfähigkeit oder eine geringere Dicke aufweist. Andererseits allerdings dient der Schutzfilm dem Zweck, die Leitungen, welche mit dem wärmeerzeugenden Element verbunden sind, gegenüber der Tinte zu schützen, und es ist für den Film unter Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit einer Schädigung des Films vorteilhaft, dass er eine größere Dicke aufweist, und eine optimale Dicke des Films wird unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz und

der Verlässlichkeit eingestellt. Allerdings ist der Schutzfilm sowohl einer Kavitationsschädigung, d.h. einer mechanischen Schädigung aufgrund eines Blasenwerfens der Tinte, als auch einer Schädigung aufgrund einer chemischen Reaktion mit einer Tintenkomponente bei hoher Temperatur ausgesetzt, da die Temperatur der Oberfläche des Films nach der Blasenerzeugung zunimmt.

[0005] Daher ist es tatsächlich schwierig, einen Ausgleich zwischen einem isolierenden Film zum Schützen der Leitungen und einem Film mit einer Stabilität gegenüber mechanischen und chemischen Schädigungen zu erzielen, und aus diesem Grund besteht der Schutzfilm des Tintenstrahlsubstrats im Allgemeinen aus einer oberen Schicht mit einer großen Stabilität gegenüber mechanischen und chemischen Schädigungen aufgrund des Blasenwerfens der Tinte sowie einer unteren isolierenden Schicht zum Schützen der Leitungen. Spezieller wird im Allgemeinen ein Ta-Film mit einer sehr großen mechanischen und chemischen Stabilität für die obere Schicht eingesetzt, und für die untere Schicht wird im Allgemeinen ein SiN-Film oder ein SiO-Film eingesetzt, welcher durch eine existierende Halbleitervorrichtung in einfacher und stabiler Weise ausgebildet werden kann.

[0006] Detaillierter erläutert wird ein SiN-Film mit einer Dicke von etwa 0,2 bis 1 µm als ein Schutzfilm auf den Leitungen ausgebildet, und dann wird ein Schutzfilm als obere Schicht ausgebildet, d.h. ein Ta-Film mit einer Dicke von 0,2 bis 0,5 µm, der als ein Antikavitationsfilm mit der Funktion eines Widerstands gegenüber Kavitations- bzw. Hohlraumbildung bezeichnet wird. Mit dieser Anordnung können sowohl die Lebensdauer als auch die Verlässlichkeit des wärmeerzeugenden Widerstandselementes des Tintenstrahlsubstrats vergrößert werden.

[0007] Abgesehen von den mechanischen und chemischen Schädigungen werden des Weiteren in dem wärmeerzeugenden Abschnitt ein Farbmittel und ein Zusatzstoff, die in die Tinte eingeschlossen sind, durch Erhitzen auf eine hohe Temperatur bis auf das molekulare Niveau zersetzt, so dass sie in eine schwierig zu lösende Substanz umgewandelt werden, die physikalisch an den Antikavitationsfilm als dem Schutzfilm der oberen Schicht anhaftet. Dieses Phänomen wird „Kogation“ genannt. Wenn eine kaum zu lösende organische oder anorganische Substanz an den Antikavitationsfilm anhaftet, wird dabei eine Wärmeübertragung von dem wärmeerzeugenden Widerstandselement auf die Tinte ungleichmäßig, wodurch die Blasenerzeugung instabil wird. Obwohl es erforderlich ist, dass die Kogation auf dem Antikavitationsfilm nicht auftritt, ist der vorstehend erwähnte Ta-Film im Allgemeinen als ein Film mit einer vergleichsweise guten Kogationsbeständigkeit ausgelegt, um dieses zu vermeiden.

[0008] Im Übrigen ist kürzlich mit einer bemerkenswerten Verbesserung der Leistung des Tintenstrahldruckers eine Verbesserung der Leistung der Tinte, z.B. ein Verhindern von Ausbluten (Verschmieren zwischen unterschiedlichen Farbtinten), bezüglich eines Aufzeichnens mit hoher Geschwindigkeit erforderlich worden, und eine Verbesserung der Färbungsfähigkeit und der Witterungsfestigkeit bezüglich einer hohen Bildqualität ist erforderlich worden. Diesbezüglich werden verschiedene Komponenten zu der Tinte zugegeben, und unterschiedliche Komponenten werden zu den drei Farben, d.h. Gelb (Y), Magenta (M) und Cyan (C) zugegeben, welche Tintenarten zum Erzeugen eines Farbbildes sind.

[0009] Im Ergebnis kann durch den Unterschied zwischen den Tintenkomponenten z.B. bei einem Tintenstrahlkopf, bei dem wärmeerzeugende Abschnitte für die drei Farben (Y), (M), (C) und ein Ta-Film als die obere Schutzschicht auf dem gleichen Substrat ausgebildet sind, in dem wärmeerzeugenden Abschnitt, welcher einer bestimmten Farbe entspricht, der Ta-Film, der bislang als ein stabiler Film angesehen wurde, ebenfalls abgetragen werden, mit dem Ergebnis, dass der untere Schutzfilm und das wärmeerzeugende Element ebenfalls geschädigt werden, so dass das Substrat zerstört wird. Wenn z.B. eine Tinte eingesetzt wird, welche ein zweiwertiges Metallsalz wie etwa Ca oder Mg oder eine ein Chelat bildende Komponente einschließt, kann der Ta-Film leicht durch eine thermische chemische Reaktion mit der Tinte abgetragen werden.

[0010] Andererseits sind bezüglich einer Verbesserung der Tintenkomponenten andere Antikavitationsfilme entwickelt worden. Wenn z.B. anstelle des Ta-Films eine amorphe Legierung eingesetzt wird, die Ta einschließt, wie es in dem japanischen Patent Nr. 2,683,350 der Anmelderin offenbart ist, wurde gefunden, dass eine Schädigung nahezu nicht auftritt, selbst wenn die Tinte eine stark abtragende bzw. erosive Tintenkomponente einschließt.

[0011] Somit kann es so gesehen werden, dass die amorphe Legierung, welche Ta einschließt, als der obere Schutzfilm für den wärmeerzeugenden Abschnitt in dem Tintenstrahlkopf eingesetzt wird, welcher drei Farbtinten (Y, M, C) ausstoßen kann. Obwohl allerdings die amorphe Legierung, welche Ta einschließt, eine hohe Beständigkeit gegenüber Tintenerosion aufweist, da die Oberfläche der Legierung nahezu keine Schädigung erfährt, gibt es die Tendenz, dass leicht Kogation auftreten kann.

[0012] Somit tritt bei dem wärmeerzeugenden Abschnitt, welcher einer bestimmten Farbe entspricht, anstelle dessen, dass der obere Schutzfilm nahezu nicht abgetragen wird, ein Problem bezüglich der Kogation auf. Wenn eine Tinte mit einer hohen Kogationsfähigkeit für die unterschiedlichen Farbtinten ein-

gesetzt wird, wird zusätzlich bei dem herkömmlichen Ta, obwohl es dort kein Problem bezüglich der Kogation gab, die Kogation bemerkenswert, wenn dieses durch eine amorphe Legierung ausgetauscht wird, die Ta einschließt. Im Übrigen ist der Grund bei dem herkömmlichen Ta dafür, dass die Kogation nahezu nicht auftritt, dass eine geringfügige Abtragung des Ta-Films und die Kogation in gutem Ausgleich auftreten, mit dem Ergebnis, dass eine akkumulierende Erzeugung der Kogation durch die allmähliche Erosionsabtragung der Oberfläche des Ta-Films unterdrückt werden kann.

[0013] Wie vorstehend erwähnt ist es bei der Anordnung, bei welcher entweder der Ta-Film oder die amorphe Legierung, welche Ta einschließt, als der obere Schutzfilm eingesetzt wird, welcher mit der Tinte in Kontakt steht, schwierig, die Lebensdauer und die Verlässlichkeit des Tintenstrahlkopfes getrennt voneinander bei Einsatz einer Tinte mit einer hohen Kogationsfähigkeit und einer stark erosiven Tinte auf dem gleichen Substrat in einen guten Ausgleich zu bringen.

[0014] JP-A-05084910 offenbart einen Flüssigkeitsstrahllaufzeichnungskopf, der eine Flüssigkeitsausstoßöffnung, eine wärmeerzeugende Einrichtung, die mit einem Paar Elektrodenleitungen verbunden ist, und eine Schutzschicht bestehend aus wenigstens zwei Schichten einschließt.

[0015] JP-A-04255357 bezieht sich auf ein Tintenstrahlkopfsubstrat, welches eine wärmeakkumulierende Schicht, eine Wärmewiderstandsschicht, Steuerungselektroden und eine Schutzschicht einschließt, wobei die Schutzschicht eine mehrschichtige Struktur aufweisen kann.

[0016] JP-A-07309009 bezieht sich auf einen Tintenstrahllaufzeichnungskopf mit einem Heizwiderstand, einer Schicht, die Oxidation verhindert, einer Schutzschicht und einem anodischen Oxidationsfilm.

[0017] Im Hinblick auf das Vorstehende ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Tintenstrahlkopfsubstrat bereitzustellen, welches sowohl eine Tinte mit einer hohen Kogationsfähigkeit als auch eine stark erosive Tinte einsetzen kann, sowie einen Tintenstrahlkopf, der solch ein Substrat einsetzt, und ein Tintenstrahllaufzeichnungsgerät, welches solch einen Kopf aufweist.

[0018] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Tintenstrahlkopfsubstrat mit einer neuen Zwischenschicht (oder Zwischenfilm), welche die Faktoren der Erzeugung von Kogation beseitigen kann und verglichen mit einem herkömmlichen Ta-Schutzfilm keine Verringerung der Ausstoßgeschwindigkeit aufweist oder einer neuen Antikavitationsfunktion, welche in der Lage ist, mit einer Flüssig-

keit ausgehend von einem Ursprungszustand in Kontakt zu treten, sowie einem Tintenstrahlkopf, welcher solch ein Substrat einsetzt, ein Verfahren zur Herstellung solch eines Substrats und ein Verfahren zur Verwendung solch eines Kopfes bereitzustellen.

[0019] Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Kopf bereitzustellen, welcher eine Eigenschaft in einem Kopf in positiverer Weise beibehalten kann (z.B. bezugnehmend auf die offengelegte japanische Patentanmeldung Nr. 2000-62180), der ein bewegliches Element einschließt, welches durch die Erzeugung einer Blase verschoben wird, und der eine Antikavitationsschicht aufweist, die eine gute Ausstoßeigenschaft liefert. Obwohl der Kopf mit dem beweglichen Element den Vorteil aufweist, dass eine höhere Antriebsfrequenz (als herkömmlich) eingesetzt werden kann, führt diese Eigenschaft insbesondere zu einer abrupten Erzeugung einer Blase mit der hohen Frequenzperiode und weist die Tendenz auf, dass für einen blasenerzeugenden Bereich ein hohes Niveau erforderlich ist. Die vorliegende Erfindung stellt ein neues Kopfsubstrat bereit, welches nicht nur den Vorteil solch eines Kopfes beibehält, sondern zudem einen Einfluss vermeidet, welcher auf die Antikavitationsschicht aufgrund einer Eigenschaft der verwendeten Tinte (Reaktivität und/oder großer pH) einwirkt.

[0020] Um die vorstehende Aufgabe zu lösen, stellt die vorliegende Erfindung ein Tintenstrahlkopfsubstrat gemäß Anspruch 1, einen Tintenstrahlkopf gemäß Anspruch 5, ein Verfahren gemäß Anspruch 9 zur Herstellung eines Tintenstrahlkopfsubstrates, ein Verfahren gemäß Anspruch 10 zur Herstellung eines Tintenstrahlkopfes und ein Tintenstrahllaufzeichnungsgerät gemäß Anspruch 15 zur Verfügung. Einige bevorzugte Ausführungsformen von diesen sind in den jeweiligen Unteransprüchen dargelegt.

[0021] Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind Ansichten, welche ein Tintenstrahlkopfsubstrat gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

[0022] Die [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 2C](#) und [Fig. 2D](#) sind Ansichten, welche die Abfolgeschritte eines Verfahrens zur Herstellung des in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigten Tintenstrahlkopfsubstrates zeigen.

[0023] Die [Fig. 3A](#), [Fig. 3B](#), [Fig. 3C](#) und [Fig. 3D](#) sind Ansichten, welche nachfolgende Schritte zeigen, die den in den [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 2C](#) und [Fig. 2D](#) gezeigten Schritten folgen.

[0024] Die [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht mit teilweisem Schnitt eines Tintenkopfes, der unter Verwendung des Kopfsubstrats zusammengesetzt ist, welches in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigt ist.

[0025] Die [Fig. 5A](#), [Fig. 5B1](#) und [Fig. 5B2](#) sind An-

sichten, welche eine Veränderung des Antikavitationsfilms der vorliegenden Erfindung, die durch eine Tinte mit einer starken Fähigkeit zur Ta-Abtragung hergerufen wird, gemäß einer Zunahme der Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer zeigen.

[0026] Die [Fig. 6](#) ist ein Graph, um die Lebensdauer zwischen einem Antikavitationsfilm, der aus einer oberen Schicht aus Ta und einer unteren Schicht aus einer amorphen Legierung, die Ta einschließt, gemäß der vorliegenden Erfindung besteht, und einem Antikavitationsfilm, der eine einzelne Ta-Schicht einschließt, zu vergleichen, wenn eine Tinte mit einer starken Fähigkeit zur Ta-Abtragung eingesetzt wird.

[0027] Die [Fig. 7](#) ist eine schematische seitliche Schnittansicht, welche eine Ausführungsform eines Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes zeigt, für den das Kopfsubstrat der vorliegenden Erfindung geeignet ist.

[0028] Die [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#), [Fig. 8C](#), [Fig. 8D](#) und [Fig. 8E](#) sind Ansichten, um die Schritte des Ausstoßens einer Flüssigkeit von dem in der [Fig. 7](#) gezeigten Flüssigkeit ausstoßenden Kopf zu erläutern.

[0029] Die [Fig. 9](#) ist ein Graph mit einer zeitlichen Veränderung der Versetzungsgeschwindigkeit und des Volumens einer Blase und der zeitlichen Veränderung der Versetzungsgeschwindigkeit und des Versetzungsvolumens eines beweglichen Elements.

[0030] Die [Fig. 10](#) ist eine Schnittansicht eines Strömungspfades zur Erläuterung des „Zustands mit gradliniger Verbindung“.

[0031] Die [Fig. 11](#) ist eine Perspektivansicht eines Teils des in der [Fig. 7](#) gezeigten Kopfes.

[0032] Die [Fig. 12](#) ist eine schematische Perspektivansicht, welche Hauptteile eines Tintenstrahllaufzeichnungsgerätes zeigt, für welches die vorliegende Erfindung verwendet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVOR-ZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0033] Ein Tintenstrahlkopf gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist so ausgestaltet, dass Tintenpfade, die mit Ausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tinte verbunden sind, auf einem Tintenstrahlkopfsubstrat angeordnet sind, welches wärmeerzeugende Widerstandselemente, die wärmeerzeugende Bereiche ausbilden, Elektrodenleitungen, die elektrisch mit den wärmeerzeugenden Widerstandselementen verbunden sind, und einen über einen isolierenden Schutzfilm auf den wärmeerzeugenden Widerstandselementen und den Leitungen bereitgestellten Antikavitationsfilm aufweist. Insbesondere besteht der Antikavitationsfilm aus zwei Schichten, wobei eine untere Schicht aus einer amor-

phen Legierung gebildet ist, die Ta einschließt, und eine obere Schicht aus einem Ta-Film gebildet ist, der eine geringere Beständigkeit gegenüber Tintenerosion als die untere Schicht aufweist.

[0034] Gemäß einem Aufbau des Kopfsubstrats gemäß der vorliegenden Erfindung wird für eine Tinte, bei der leicht Kogation auftritt, aufgrund dessen, dass die obere Ta-Schicht geringfügig und allmählich mit zunehmender Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer entfernt wird, eine akkumulierende Erzeugung der Kogation unterdrückt, wodurch eine Verringerung der Effizienz der Blasenerzeugung verhindert wird. Andererseits wird bei einer Tinte mit einer großen Erosionsfähigkeit, obwohl die obere Ta-Schicht mit zunehmender Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer entfernt wird, die Erosion gestoppt, wenn die Grenzfläche zwischen der amorphen Legierungsschicht einschließlich Ta und der oberen Ta-Schicht erreicht wird. Wenn eine Vielzahl an wärmeerzeugenden Abschnitten, die auf dem Kopfsubstrat linear angeordnet sind, für jeweilige Tintenarten eingesetzt wird, kann dementsprechend, selbst wenn die Tintenarten eine Tinte, bei der leicht Kogation auftritt, und eine Tinte, die Ta erodiert, einschließen, das Kopfsubstrat für beide Tinten mit sowohl einer angemessenen Lebensdauer als auch einer angemessenen Verlässlichkeit ausgestattet werden.

[0035] Des Weiteren kann in der vorliegenden Erfindung bei einem Flüssigkeit ausstoßenden Kopf mit einem beweglichen Element, bei dem ein Bereich einer hohen Antriebsfrequenz auf dem Niveau von 10 kHz ausgewählt werden kann und bei dem ein Niveau von etwa 20 kHz bis 30 kHz zulässig ist, als ein Antikavitationsfilm ein Antikavitationsfilm mit einer zweischichtigen Struktur eingesetzt werden, bei der ein Film, der Ta einschließt und eine Kristallstruktur mit quadratischem Gitter aufweist, auf einem Film erzeugt ist, der Ta einschließt und eine amorphe Struktur aufweist. Bei dem eine Flüssigkeit ausstoßenden Kopf mit dem beweglichen Element erfolgt mit der vorstehend erwähnten hohen Frequenzperiode ein wiederholtes Verschwinden der Blase, und innerhalb einer Zeiteinheit wird der Antikavitationsfilm zahlreichen akkumulierten Spannungen ausgesetzt. Allerdings werden durch den Antikavitationsfilm der vorliegenden Erfindung die Ausstoßgeschwindigkeit und die Ausstoßmenge stabilisiert, mit dem Ergebnis, dass der Vorteil des beweglichen Elements in effektiver Weise für einen langen Zeitraum beibehalten werden kann. Zusätzlich kann ein Einfluss, der aufgrund einer Eigenschaft (Reaktivität und/oder großer pH) der verwendeten Tinte auf die Antikavitationsschicht einwirkt, vermieden werden.

[0036] Nun werden Teileigenschaften des Antikavitationsfilms der vorliegenden Erfindung detaillierter beschrieben.

[0037] Eine Schutzschicht aus einer amorphen $Ta_{\alpha}-Fe_{\beta}Ni_{\gamma}Cr_{\delta}$ -Legierung (mit $10 \text{ Atom\%} \leq \alpha \leq 30$ und $\alpha + \beta < 80 \text{ Atom\%}$ und $\alpha < \beta$ und $\delta > \gamma$ und $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100 \text{ Atom\%}$) als der erste Antikavitationsfilm ist auf ihrer Oberfläche mit einem Passivierungsfilm versehen. Es wird angenommen, dass durch Beginn eines Verspritzens bzw. Spratzens von metallischem Ta mit einer Reinheit von 99% oder mehr zur Ausbildung des zweiten Antikavitationsfilms auf diesem Abschnitt die Grenzfläche zwischen der Ta-Schicht mit einer Kristallstruktur mit quadratischem Gitter als dem erzeugten zweiten Antikavitationsfilm und der Schutzschicht aus amorpher Legierung oder ein Oberflächenbereich (und zwar der Passivierungsfilm wie etwa Cr, Ta) der Schutzschicht aus der amorphen Legierung auf irgendeine Weise verändert wird, so dass die Haltbarkeit verbessert wird.

[0038] Als ein erster Faktor wird der unbewegliche amorphe Film einschließlich Ta, Cr wie etwa Ta (Fe, Ni, Cr) als amorpher Körper (nichtkristalliner Körper) umgewandelt, indem das in dem zweiten Antikavitationsfilm eingesetzte Ta im Wesentlichen in den Bereich des Passivierungsfilms (einschließlich Cr, Ta) des ersten Antikavitationsfilms durch Magnetronspratzen dotiert wird, wodurch der Grund für die Erzeugung von Kogation beseitigt und die Haltbarkeit verbessert wird.

[0039] Dementsprechend kann gemäß diesem ersten Faktor die vorliegende Erfindung ein Tintenstrahlkopfsubstrat oder ein Tintenstrahlkopf mit solch einem Substrat sein, wobei die Schicht, die erhalten wird, indem Ta in die unbewegliche amorphe Schicht einschließlich wenigstens Ta und Cr dotiert wird, als eine erste Oberfläche für die Tinte oder als eine zur Schicht freigelegte Schicht eingesetzt wird. Bei diesem kann im ersten Fall die Ausstoßgeschwindigkeit ausgehend von einer ursprünglichen Bedingung als stabile Geschwindigkeit erzielt werden, und im letzteren Fall kann eine Haltbarkeitsdauer ergänzt werden, während welcher die erste Oberfläche durch die Kavitation beseitigt wird.

[0040] Als ein zweiter Faktor kann ein Teil des Ta (und zwar β -Ta) der später erzeugten Kristallstruktur mit quadratischem Gitter in fester Weise auf der Oberfläche der amorphen Struktur des ersten Antikavitationsfilms verbleiben, so dass die Oberfläche umgewandelt wird, wodurch die Haltbarkeit verbessert und ein Anhaften von Kogation unterdrückt wird.

[0041] Dies kann zu dem ersten Faktor ergänzt werden. In allen Fällen ergibt der zweite Faktor ähnlich zu dem ersten Faktor die Wirkung allein und liefert „eine Struktur, in welcher Ta zu der Oberfläche hinzugefügt ist“ anstelle „einer Schicht, in die Ta dotiert ist“.

[0042] Als ein dritter Faktor ist Ta, welches sich auf beide oder einen von dem ersten und dem zweiten

Faktor bezieht, in den amorphen Körper des ersten Antikavitationsfilms oder in dessen Passivierungs-films dotiert, mit dem Ergebnis, dass die abgetragene (erodierte) β -Ta-Schicht aufgrund von Kavitation mit Druck beaufschlagt wird. Und zwar wirkt, wenn Ta im Wesentlichen dotiert wird (auch als umgekehrtes Spratzen bezeichnet), indem bei der Herstellung des Kopfes eine Alterung vorgenommen wird (ein vorausgehender Flüssigkeitsausstoß wird vorausgehend als ein die Herstellung beendender Vorgang vorgenommen), oder durch die Wirkung der verschwindenden Blase während der Verwendung, Ta auf Ta, welches zu entfernen (erodieren) ist, oder auf Ta, welches fest an die Oberfläche des amorphen Körpers anhaftet, oder auf Ta, welches in den Passivierungs-film dotiert ist, ein, wodurch der Antikavitationsfilm selber oder seine Oberfläche mit einer hervorragenderen Haltbarkeit ausgestattet und das Auftreten von Kogation verhindert wird.

[0043] Der dritte Faktor kann zudem als die alleinige Eigenschaft der vorliegenden Erfindung angesehen werden.

[0044] Selbstverständlich ist es so zu verstehen, dass, wenn der erste Faktor als die erste Oberfläche zum Inkontakttreten mit der Tinte erzielt wird, der Film mit einer β -Ta-Kristallstruktur durch den Einsatz des Alterungsvorgangs bei der Herstellung des Kopfes entfernt wird. Des Weiteren bilden eine Kombination aus dem ersten bis dritten Faktor bzw. eine Kombination des ersten und des dritten Faktors die alleinige Eigenschaft der vorliegenden Erfindung.

[0045] Wenn des Weiteren berücksichtigt wird, dass die Lebensdauern der wärmeerzeugenden Abschnitte, welche in Beziehung zu unterschiedlichen Farbtinteneigenschaften stehen (d.h. einer Tinte, die leicht Kogation erzeugt, und einer Tinte, die eine hohe Beständigkeit gegenüber Erosion aufweist), durch den Einsatz unterschiedlicher Materialien verlängert werden, die Arten der Antikavitationsfilme nicht auf zwei beschränkt sind, sondern drei oder mehr Filme können eingesetzt werden, oder die Leistung des Schutzfilms kann weiter verbessert werden, um eine Beständigkeit gegenüber Tintenerosion zu erzielen.

[0046] Nun werden Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen erläutert.

(Erste Ausführungsform)

[0047] Die [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) zeigen ein Tintenstrahlkopfsubstrat gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei die [Fig. 1A](#) eine schematische Draufsicht ist, welche Hauptteile des Kopfsubstrats zeigt, und die [Fig. 1B](#) eine schematische seitliche Schnittansicht entlang der Linie

1B-1B in [Fig. 1A](#) ist.

[0048] Wie es in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigt ist, ist ein Siliciumoxidfilm als eine wärmeakkumulierende Schicht **28** auf einem Si-Substrat **23** ausgebildet, und eine wärmeerzeugende Widerstandsschicht **24** und Aluminiumschichten als Elektrodenleitungen **22** sind mit festgelegten Mustern auf der Schicht **28** ausgebildet. Ein Abschnitt der wärmeerzeugenden Widerstandsschicht **24**, der zwischen einem Paar Elektrodenleitungen **22** angeordnet ist, bildet den wärmeerzeugenden Abschnitt **21**, um die Tinte abrupt zu erwärmen und zum Sieden zu bringen.

[0049] Eine Siliciumnitridschicht als ein Schutzfilm **25**, um hauptsächlich eine Isolierung zwischen den Elektroden **22** beizubehalten, ist so ausgebildet, dass sie die wärmeerzeugende Widerstandsschicht **24** und die Elektrodenleitungen **22** bedeckt, und ein amorpher Legierungsfilm, der Ta einschließt und eine hohe Beständigkeit gegenüber Tintenerosion aufweist, als ein Antikavitationsfilm **26** der unteren Schicht und ein Ta-Film mit einer relativ guten Kogationsfähigkeit als ein Antikavitationsfilm **27** der oberen Schicht sind nacheinander darauf ausgebildet. Des Weiteren weist der Antikavitationsfilm **27** der oberen Schicht eine geringere Beständigkeit gegenüber Tintenerosion auf als der Antikavitationsfilm **26** der unteren Schicht.

[0050] Der amorphe Legierungsfilm einschließlich Ta als der erste Antikavitationsfilm **27** umfasst Ta, Fe, Ni und Cr. Durch die Verwendung solch einer Legierung wird die Beständigkeit gegenüber Tintenerosion erhöht. Des Weiteren können ein oder mehrere Atome ausgewählt aus der Gruppe einschließlich Ti, Zr, Hf, Nb und W eingeschlossen sein.

[0051] Des Weiteren ist für die amorphe Legierung eine amorphe Legierung bevorzugt, die Ta einschließt und durch die folgende Zusammensetzung (I) dargestellt wird:



(mit $10 \text{ Atom\%} \leq \alpha \leq 30 \text{ Atom\%}$ und $\alpha + \beta < 80 \text{ Atom\%}$ und $\alpha < \beta$ und $\delta > \gamma$ und $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100 \text{ Atom\%}$).

[0052] In diesem Fall ist die Menge des Ta innerhalb des Bereichs von 10 Atom\% bis 30 Atom\% eingestellt, die geringer als jene der amorphen Legierung ist, die Ta einschließt und die vorstehende Zusammensetzung aufweist.

[0053] Durch Einsatz solch eines geringen Ta-An- teils wird ein moderater amorpher Bereich zu der Le- gierung hinzugefügt, um einen Passivierungs-film be- reitzustellen, mit dem Ergebnis, dass die vorliegen- den Punkte der Kristallgrenzfläche, welche die

Grundlage für die Erosionsreaktion bilden, in effektiver Weise vermindert werden, wodurch die Beständigkeit gegenüber Tinte verbessert wird, während die Antikavitationsfähigkeit auf einem guten Niveau gehalten wird.

[0054] Insbesondere für eine Tinte, welche ein zweiwertiges Metallsalz wie etwa Ca oder Mg oder eine Komponente, die eine Chelatstruktur bildet, einschließt, wird die Wirkung als Passivierungsschicht erzielt, wodurch eine Erosion durch Tinte verhindert wird. Im Übrigen ist es bei der vorstehenden Zusammensetzung (I) mehr bevorzugt, dass $10 \text{ Atom\%} \leq \alpha \leq 20 \text{ Atom\%}$ gilt. Des Weiteren sind mehr bevorzugt $\gamma \geq 7 \text{ Atom\%}$ und $\delta \geq 15 \text{ Atom\%}$ und $\gamma \geq 8 \text{ Atom\%}$ und $\delta \geq 17 \text{ Atom\%}$.

[0055] Andererseits ist das Ta als der zweite Antikavitationsfilm **26** ein Ta (auch als β -Ta bezeichnet), welches eine Kristallstruktur mit quadratischem Gitter umfasst und die Eigenschaft aufweist, dass das Ta durch Kavitation, welche durch das Verschwinden der Blase in dem wärmeerzeugenden Abschnitt **21** hervorgerufen wird, allmählich Stück für Stück entfernt wird, und ist spezieller ein Ta-Film (Schicht) mit einer Kristallstruktur mit quadratischem Gitter, welcher durch Spratzen unter Verwendung eines metallischen Ta-Targets mit einer Reinheit von 99% oder mehr erzeugt ist, wie es später beschrieben wird.

[0056] Als Nächstes wird ein Verfahren zur Herstellung des Tintenstrahlkopfsubstrates mit der vorstehend erwähnten Struktur mit Bezug auf die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2D](#) und die [Fig. 3A](#) bis [Fig. 3D](#) erläutert.

[0057] Wie es in [Fig. 2A](#) gezeigt ist, wird ein Siliciumoxidfilm mit einer Dicke von 2400 nm, der eine wärmeakkumulierende Schicht **23** als Untergrund für das wärmeerzeugende Element ausbildet, durch ein thermisches Oxidationsverfahren, ein Spratzverfahren oder ein CVD-Verfahren auf einem Si-Substrat **23** erzeugt.

[0058] Wie es in [Fig. 2B](#) gezeigt ist, wird dann eine TaN-Schicht mit einer Dicke von etwa 100 nm als eine wärmeerzeugende Widerstandsschicht **24** durch reaktives Spratzen auf der wärmeakkumulierenden Schicht **28** erzeugt, und eine Aluminiumschicht mit einer Dicke von 500 nm wird als Elektrodenleitungen **22** durch Spratzen ausgebildet.

[0059] Dann wird die Aluminiumschicht unter Einsatz eines Fotolithografieverfahrens nassgeätzt, und des Weiteren wird die TaN-Schicht einem reaktiven Ätzen unterzogen, wodurch die Elektrodenleitungen **22** und die wärmeerzeugende Widerstandsschicht **24** mit den in [Fig. 2C](#) gezeigten Querschnittsbereichen erzeugt werden (bezüglich der Draufsicht, siehe [Fig. 2A](#)). Der in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigte wärmeerzeugende Abschnitt **21** ist ein Abschnitt der

wärmeerzeugenden Widerstandsschicht **24**, von dem die Aluminiumschicht entfernt ist, und dient dazu, Wärme auf die Tinte auszuüben, wenn ein elektrischer Strom zwischen den Elektrodenleitungen **22** angelegt wird.

[0060] Wie es in [Fig. 2D](#) gezeigt ist, wird dann ein Siliciumnitridfilm mit einer Dicke von 1.000 nm als eine Schutzschicht **25** durch Spratzen erzeugt, und wie es in [Fig. 3A](#) gezeigt ist, wird des Weiteren durch Spratzen als Antikavitationsfilm **26** der unteren Schicht ein amorpher Legierungsschicht ausgebildet, der Ta einschließt, eine Dicke von etwa 100 nm hat und die Zusammensetzung Ta: etwa 8 Atom%, Fe: etwa 60 Atom%, Cr: etwa 13 Atom% und Ni: etwa 9 Atom% aufweist. Der amorphe Legierungsschicht, welcher Ta einschließt, kann durch ein zweidimensionales Spratzverfahren, bei dem Energien von zwei Energiezufuhrten zugeführt werden, welche an ein Ta-Target und an ein Fe-Cr-Ni-Target angeschlossen sind, sowie durch ein Spratzverfahren unter Einsatz eines Legierungstargets, welches Ta-Fe-Cr-Ni umfasst, ausgebildet werden.

[0061] Wie es in [Fig. 3B](#) gezeigt ist, wird durch Magnetronspratzen unter Einsatz eines metallischen Ta-Targets mit einer Reinheit von 99% oder mehr (bevorzugt 99,99%) als Antikavitationsfilm **27** der oberen Schicht eine Ta-Schicht (auch als β -Ta-Schicht bezeichnet) ausgebildet, die eine Dicke von etwa 150 nm hat und eine Kristallstruktur mit quadratischem Gitter einschließt. Solange das β -Ta mit der vorstehenden Kristallstruktur erzeugt wird, kann im Übrigen ein zu dem Magnetronspratzen unterschiedliches Spratzverfahren eingesetzt werden.

[0062] In diesem Fall wird Ta in einen Oberflächenbereich der α -Ta(Cr, Fe, Ni)-Schicht als dem amorphen Legierungsschicht der unteren Schicht einschließlich Ta dotiert. Obwohl die amorphe Struktur der α -Ta-Schicht nicht stark verändert wird, ist allerdings zu beachten, dass durch Dotieren von Ta in den Oberflächenbereich sich das Ta in dem Oberflächenabschnitt anreichert. Da die α -Ta(Cr, Fe, Ni)-Schicht vergleichsweise viel Cr enthält, ist in diesem Fall zu beachten, dass ein starkes Dotieren mit Ta in der Passivierungsschicht wie etwa Cr erfolgt. Es wird angenommen, dass dieser Abschnitt wenigstens die Haltbarkeit der Schutzschicht verstärkt.

[0063] Wie es in [Fig. 3C](#) gezeigt ist, wird dann ein Fotolackmuster unter Einsatz eines Fotolithografieverfahrens auf Ta erzeugt, und das Ta der oberen Schicht und der amorphe Legierungsschicht einschließlich des Ta der unteren Schicht werden anschließend unter Einsatz einer Ätzflüssigkeit geätzt, die hauptsächlich Fluorwasserstoffsäure und Salpetersäure einschließt, wodurch festgelegte Gestalten erzielt werden.

[0064] Wie es in [Fig. 3D](#) gezeigt ist, wird dann ein Fotolackmuster auf dem Schutzfilm durch ein Fotolithografieverfahren ausgebildet, und Aluminiumelektroden als Elektrodenenteile, welche für einen Anschluss an eine äußere Energiezufuhr erforderlich sind, werden durch Trockenätzen unter Einsatz von CF_4 -Gas freigelegt. Auf diese Weise wird die Herstellung der Hauptteile des Kopfsubstrates zum Tintenstrahlauflauchnen abgeschlossen.

[0065] Im Übrigen kann, wie es in dem U.S.-Patent 4,429,321 offenbart ist, ein integrierter Schaltkreis zum Antrieb der wärmeerzeugenden Elemente in das gleiche Si-Substrat eingeschlossen sein. In diesem Fall ist es ähnlich wie bei den Leitungen bevorzugt, dass der integrierte Schaltkreis von dem Schutzfilm **25**, dem ersten Antikavitationsfilm **26** und dem zweiten Antikavitationsfilm **27** bedeckt wird.

[0066] Ein Tintenstrahlkopf (siehe z.B. den in der [Fig. 4](#) gezeigten Kopf) wurde zusammengesetzt, indem das auf diese Weise hergestellte Tintenstrahlkopfsubstrat verwendet wurde, und die auf dem gleichen Substrat erzeugte Düsenanordnung wurde in drei eingeteilt, und eine cyanfarbene Tinte mit einer hohen Erosionsfähigkeit und gelbe und magentafarbene Tinte, bei denen relativ leicht eine Akkumulation von Kogation auftritt, wurden jeweils zu den eingeteilten drei Düsenanordnungen zugeführt, und die Leistung dieses Kopfes wurde geprüft. Im Ergebnis wurde gefunden, dass der Heizer in dem Heizerabschnitt, welcher die cyanfarbene Tinte einsetzt, nicht beschädigt wird, und in den Heizerabschnitten, welche die gelbe und magentafarbene Tinte einsetzen, tritt nahezu keine Kogation auf und wird die Ausstoßenergie nicht vermindert, mit dem Ergebnis, dass eine Lebensdauer des Kopfes von bis zu 1×10^9 Impulsen gewährleistet werden kann.

[0067] Hier zeigen die [Fig. 5A](#), [Fig. 5B1](#) und [Fig. 5B2](#) eine Veränderung des Antikavitationsfilms der vorliegenden Erfindung aufgrund der Tinte mit einer starken Fähigkeit zur Ta-Erosion bezüglich der Zunahme der Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer. Die [Fig. 5A](#), [Fig. 5B1](#) und [Fig. 5B2](#) sind vergrößerte Ansichten, welche den in [Fig. 1B](#) gezeigten wärmeerzeugenden Abschnitt und die Umgebung zeigen, wobei die [Fig. 5A](#) eine Schnittansicht ist, welche Filme zeigt, wenn die Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer $\leq 2 \times 10^8$ ist, die [Fig. 5B1](#) eine Schnittansicht ist, die Filme zeigt, wenn die Anzahl an Antriebsimpulsen für den Heizer $> 2 \times 10^8$ ist, und die [Fig. 5B2](#) eine Draufsicht der [Fig. 5B1](#) ist.

[0068] Da die obere Schicht den Ta-Film **27** umfasst, tritt bei dem in [Fig. 5A](#) gezeigten Anfangszustand eine Kogation in dem Heizerabschnitt nahezu nicht auf und wird die Ausstoßenergie nicht verrinert, selbst wenn eine Tinte verwendet wird, bei der relativ leicht eine akkumulative Kogation auftritt. Es

wird angenommen, dass der Grund darin liegt, dass die Oberfläche des Ta-Films mit zunehmender Anzahl der Antriebsimpulse Stück für Stück entfernt wird, wodurch ein akkumulatives Auftreten von Kogation unterdrückt wird. Diese Wirkung kann erzielt werden, indem TaAl ebenso wie ein Ta-Film, welcher als der Antikavitationsfilm **27** der oberen Schicht eingesetzt wird, wie in diesem Beispiel eingesetzt wird.

[0069] Wenn andererseits die Anzahl an Antriebsimpulsen des Heizers vom Anfangszustand aus zunimmt, wird der mit der Tinte, welche eine starke Fähigkeit zur Ta-Erosion aufweist, in Kontakt stehende Ta-Film **27** allmählich abgetragen, und wie es in den [Fig. 5B1](#) und [Fig. 5B2](#) gezeigt ist, wird der amorphe Legierungsfilm **26**, welcher Ta einschließt, schließlich in einem wirksamen blasenerzeugenden Bereich freigelegt (ein Bereich, in dem in einem Bereich (Heizerbereich) erzeugte Wärme, wo das wärmeerzeugende Widerstandselement zwischen den Elektrodenleitungen vorliegt, in effektiver Weise für eine Blasenerzeugung in der Tinte wirkt), mit dem Ergebnis, dass die Erosion aufgrund der Tinte an der Grenzfläche zwischen dem amorphen Legierungsfilm **26**, welcher Ta einschließt, und dem Ta-Film **27** gestoppt wird.

[0070] Des Weiteren wird bei dem Verfahren der [Fig. 5A](#) und [Fig. 5B1](#), wenn eine entfernte β -Ta-Schicht einem Druck ausgesetzt wird, der während des Erzeugens von Blasen in der Tinte durch Kavitation hervorgerufen wird, Ta in den amorphen Körper der Oberflächenschicht aus amorpher Legierung, welche Ta einschließt, oder in dessen Passivierungsfilm dotiert. Und zwar kann, wenn das Ta durch einen Alterungsschritt bei der Herstellung des Kopfes (ein vorausgehender Flüssigkeitsausstoß wird vorausgehend als ein die Herstellung beendender Vorgang durchgeführt) im Wesentlichen in den amorphen Körper der Oberflächenschicht aus amorpher Legierung, die Ta einschließt, oder in dessen Passivierungsfilm dotiert wird (auch als umgekehrtes Spratzen bezeichnet), oder durch die Wirkung des Verschwindens der Blase während der Verwendung, eine Antikavitationsoberflächenschicht oder ein gesamter Film ausgebildet werden, der eine hervorragende Haltbarkeit aufweist und das Auftreten von Kogation verhindert. Wenn das Tintenstrahlkopfsubstrat und der Kopf mit solch einem Substrat eingesetzt werden, indem sie in bzw. auf das Aufzeichnungsgerät gesetzt werden, kann im Übrigen aus dem vorstehenden Grund die Schicht, die durch Dotieren von β -Ta in den amorphen Körper der Oberflächenschicht aus amorpher Legierung, welche Ta einschließt, oder in deren Passivierungsfilm erhalten wird, als eine erste Oberfläche für die Tinte eingesetzt werden oder später freigelegt werden. In diesem Fall kann bei dem ersten Kopf die Ausstoßgeschwindigkeit ausgehend von dem Anfangszustand stabilisiert werden, und bei dem letzteren Kopf kann eine Zeitspanne hinzugefügt werden, während welcher eine Kogation

kaum auftritt, bis die erste Oberfläche durch Kavitation abgetragen ist.

[0071] Wie es in [Fig. 6](#) gezeigt ist, wird die Lebensdauer des Heizerabschnitts, welcher die Tinte mit einer hohen Ta-Erosionsfähigkeit einsetzt, aufgrund des Vorstehenden verglichen mit dem Antikavitationsfilm, welcher eine einzelne Ta-Schicht umfasst, beträchtlich verlängert, und gleichzeitig kann bezüglich des Heizerabschnitts, welcher eine Tinte einsetzt, bei der leicht eine akkumulative Kogation auftritt, eine gute Effizienz der Blasenerzeugung beibehalten werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0072] Als Nächstes wird ein Beispiel für einen Tintenstrahlkopf erläutert, für welchen das vorstehend erwähnte Tintenstrahlkopfsubstrat eingesetzt werden kann.

[0073] Die [Fig. 4](#) ist eine perspektivische Ansicht mit einem teilweisen Schnitt, die Hauptteile eines Tintenstrahlkopfes zeigt, der unter Einsatz des in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigten Kopfsubstrats zusammengesetzt wurde. In [Fig. 4](#) wird ein Tintenstrahlkopf **1101** gezeigt, welcher durch wärmeerzeugende Widerstandselemente **1103**, Elektrodenleitungen **1104**, Wände eines Strömungspfades für Flüssigkeit **1110** und eine obere Platte **1106**, die auf einem Kopfsubstrat **1102**, wie es in den [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) gezeigt ist, durch Halbleiterprozesse ausgebildet sind, gebildet wird.

[0074] Die Aufzeichnungsflüssigkeit **1112** wird von einer Flüssigkeit speichernden Kammer (nicht gezeigt) durch eine Flüssigkeit zuführende Röhre **1107** zu einer gemeinsamen Flüssigkeitskammer **1108** des Kopfes **1101** zugeführt. In der [Fig. 4](#) bezeichnet das Bezugszeichen **1109** einen Anschluss für die Flüssigkeit zuführende Röhre. Die zu der gemeinsam Flüssigkeitskammer **1108** zugeführte Flüssigkeit **1112** wird durch das so genannte Kapillarphänomen zu den Strömungspfaden für die Flüssigkeit zugeführt und wird durch Ausbildung eines Meniskus an der Oberfläche der Ausstoßöffnung (Öffnungsfläche), welche mit entfernten Enden der Strömungspfade in Kontakt steht, stabil gehalten. Des Weiteren sind elektrisch/thermische Wandler **1103** in den jeweiligen Strömungspfaden für Flüssigkeit vorgesehen. Die Strömungspfade für Flüssigkeit werden definiert, indem die obere Platte **1106** mit den Wänden der Strömungspfade für Flüssigkeit **1110** verbunden wird. Des Weiteren sind auf dem gleichen Kopfsubstrat für Arten (z.B. Farben) der Aufzeichnungsflüssigkeiten die Anschlüsse **1109** für die Flüssigkeit zuführende Röhre, gemeinsame Flüssigkeitskammern **1108** und damit verbundene vielzählige Strömungspfade für Flüssigkeit ein- bzw. unterteilt.

[0075] Durch Beaufschlagen der elektrisch/thermischen Wandler **1103** mit Energie wird die Flüssigkeit auf dem elektrisch/thermischen Wandler schnell erhitzt, so dass eine Blase in der Flüssigkeit erzeugt wird, und die Flüssigkeit wird aus einer Ausstoßöffnung **1111** durch Anwachsen und Kontraktion der Blase ausgestoßen, wodurch ein Flüssigkeitströpfchen ausgebildet wird.

(Dritte Ausführungsform)

[0076] Hier eine weitere Ausführungsform, welche als eine Kopfstruktur effektiv ist, welche die Antikavitationsschicht aus α -Ta/ β -Ta einsetzt. Des Weiteren kann die hier beschriebene Kopfstruktur in zweckmäßiger Weise mit den vorstehend erwähnten Ausführungsformen kombiniert werden.

[0077] Die [Fig. 7](#) ist eine schematische seitliche Schnittansicht, welche einen Flüssigkeit ausstoßenden Abschnitt einer Ausführungsform eines Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes zeigt, für welchen das Kopfsubstrat der vorliegenden Erfindung eingesetzt werden kann. Des Weiteren sind die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) Ansichten, um die Schritte des Ausstoßes einer Flüssigkeit mit einem Schuss oder Vorgänge des in [Fig. 7](#) gezeigten Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes zu erläutern.

[0078] Zuerst wird der Aufbau des Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes mit Bezug auf [Fig. 7](#) erläutert.

[0079] Der Flüssigkeit ausstoßende Kopf umfasst ein Substratelement **1** einschließlich wärmeerzeugender Abschnitte **21** als blasenerzeugende Einrichtung und ein bewegliches Element **11**, eine obere Platte **2**, auf welcher Anschläge (regulierende Abschnitte) **12** ausgebildet sind, und eine Öffnungsplatte **5**, in welcher Ausstoßöffnungen **4** ausgebildet sind.

[0080] Strömungspfade (Strömungspfade für Flüssigkeit) **3** werden erzeugt, indem das Substratelement **1** und die obere Platte **2** laminiert werden. Des Weiteren ist eine Vielzahl an Strömungspfaden **3** Seite an Seite in dem einzelnen Flüssigkeit ausstoßenden Kopf ausgebildet, und sie sind mit Ausstoßöffnungen **4** zum Ausstoßen von Flüssigkeit auf der stromabwärtigen Seite (in der [Fig. 7](#) links) verbunden. In der Nähe eines Bereichs, in dem der wärmeerzeugende Abschnitt **21** mit der Flüssigkeit in Kontakt steht, gibt es einen blasenerzeugenden Bereich. Des Weiteren steht eine gemeinsame Flüssigkeitskammer **6** mit großem Volumen gleichzeitig mit den Strömungspfaden **3** an deren stromaufwärtiger Seite (in der [Fig. 7](#) rechts) in Verbindung. Und zwar verzweigen sich die Strömungspfade **3** aus der einzelnen gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6**. Die Höhe der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6** ist größer als die Höhe eines jeden Strömungspfades **3**.

[0081] Das bewegliche Element **11** wird an seinem einen Ende in der Art eines Auslegers getragen und an dem Substratelement **1** auf einer stromaufwärtigen Seite der Fließrichtung der Tinte festgehalten, und Abschnitte des beweglichen Elements an der stromabwärtigen Seite eines Heelpunkts **11a** können bezüglich des Substratelements **1** in der Aufwärts- und Abwärtsrichtung versetzt werden. Im Anfangszustand befindet sich das bewegliche Element **11** im Wesentlichen parallel zu dem Substratelement **1** mit einer dazwischen liegenden Lücke.

[0082] Das bewegliche Element **11**, welches auf dem Substratelement **1** vorgesehen ist, ist so angeordnet, dass freie Enden **11b** von diesem sich in mittigen Bereichen der wärmeerzeugenden Abschnitte **21** befinden. Des Weiteren reguliert jeder Anschlag **12** eine Aufwärtsbewegung des freien Endes **11b** des beweglichen Elements **11**, indem er gegen das freie Ende anstößt. Während der Regulierung der Versetzung des beweglichen Elements **11** (beim Kontakt mit dem beweglichen Element) durch den Kontakt zwischen dem beweglichen Element **11** und dem Anschlag **12** wird aufgrund des Vorliegens des beweglichen Elements **11** und des Anschlags **12** der Strömungspfad **3** im Wesentlichen auf der stromaufwärtigen Seite durch das Vorliegen des beweglichen Elements **11** und des Anschlags **12** blockiert, und auf der stromabwärtigen Seite durch das Vorliegen des beweglichen Elements **11** und des Anschlags **12**.

[0083] Eine Position Y des freien Endes **11b** und ein Ende X des Anschlags **12** sind bevorzugt in einer zu dem Substratelement **1** senkrechten Ebene angeordnet. Mehr bevorzugt sind diese Positionen X und Y zusammen mit dem Mittelpunkt Z des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** auf der zu dem Substratelement senkrechten Ebene angeordnet.

[0084] Des Weiteren wird die Höhe des Strömungspfades **3** auf der stromabwärtigen Seite des Anschlags **12** abrupt vergrößert. Selbst wenn das bewegliche Element **11** durch den Anschlag **12** reguliert wird, wird das Wachstum der Blase bei dieser Anordnung nicht beeinträchtigt, da eine angemessene Höhe des Strömungspfades beibehalten wird, mit dem Ergebnis, dass die Flüssigkeit reibungslos in Richtung der Ausstoßöffnung **4** geführt werden kann. Da eine Uneigengleichheit im Druckausgleich zwischen einem unteren Ende und einem oberen Ende der Ausstoßöffnung **4** in der Höhenrichtung vermindert wird, kann des Weiteren ein guter Flüssigkeitsausstoß erzielt werden. Im Übrigen wird bei einem herkömmlichen Flüssigkeit ausstoßenden Kopf ohne bewegliches Element **11**, wenn solch eine Strömungspfadstruktur verwendet wird, in einer Zone eine Stockung hervorgerufen, in welcher die Höhe des Strömungspfades an der stromabwärtigen Seite des Anschlags **12** zunimmt, und Blasen werden in der Stockungszone gefangen, was nicht bevorzugt

ist. Allerdings werden in der veranschaulichten Ausführungsform, wie sie vorstehend erwähnt wurde, nahezu keine Blasen eingefangen, da die Flüssigkeitsströmung die Stockungszone erreicht.

[0085] Des Weiteren steigt der Dachaufbau auf der stromaufwärtigen Seite des Anschlags **12** in Richtung der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6** abrupt an.

[0086] Da der Flüssigkeitswiderstand an der stromabwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs kleiner als jener auf der stromaufwärtigen Seite ist, kann bei dieser Anordnung, wenn es kein bewegliches Element **11** gibt, der für den Ausstoß eingesetzte Druck kaum in Richtung der Ausstoßöffnung **4** gerichtet werden. Allerdings wird in der veranschaulichten Ausführungsform während der Erzeugung der Blase, da die Verschiebung der Blase zu der stromaufwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs im Wesentlichen durch das bewegliche Element **11** blockiert wird, der zum Ausstoß eingesetzte Druck in positiver Weise in Richtung der Ausstoßöffnung **4** gerichtet, und während des Zuführens der Tinte kann die Tinte sofort zu dem blasenerzeugenden Bereich zugeführt werden, da der Flüssigkeitswiderstand auf der stromaufwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs klein ist.

[0087] Gemäß der vorstehend erwähnten Anordnung ist eine anwachsende Komponente der Blase, welche in Richtung der stromabwärtigen Seite gerichtet ist, bezüglich einer anwachsenden Komponente der Blase, welche in Richtung der stromaufwärtigen Seite gerichtet ist, nicht gleichmäßig, und die anwachsende Komponente in der Richtung der stromaufwärtigen Seite wird klein und eine Verschiebung der Flüssigkeit in Richtung der stromaufwärtigen Seite wird unterdrückt. Da der Flüssigkeitsstrom in Richtung der stromaufwärtigen Seite unterdrückt wird, wird eine zurückgehaltene Menge des Meniskus nach dem Ausstoßen vermindert, und eine Menge des Meniskus, die von der Öffnungsoberfläche (Flüssigkeit ausstoßende Oberfläche) **5a** beim erneuten Befüllen hervorragt, wird dementsprechend ebenfalls verringert. Da eine Schwingung des Meniskus unterdrückt wird, kann daher bei allen Antriebsfrequenzen von einer niedrigen Frequenz bis zu einer hohen Frequenz ein stabiler Ausstoß erzielt werden.

[0088] Im Übrigen wird bei der veranschaulichten Ausführungsform die Pfadstruktur zwischen dem Abschnitt auf der stromabwärtigen Seite der Blase und der Ausstoßöffnung **4** bezüglich des Flüssigkeitsstroms in dem „Zustand einer geradlinigen Verbindung“ gehalten. Diesbezüglich ist es mehr bevorzugt wünschenswert, eine ideale Bedingung zu erzeugen, dass die Ausstoßbedingungen wie etwa die Ausstoßrichtung und die Ausstoßgeschwindigkeit eines Ausstoßtröpfchens **66** (später beschrieben) auf einem

sehr hohen Niveau stabilisiert werden, indem die Ausbreitungsrichtung der Druckwelle, die während der Erzeugung der Blase erzeugt wird, die Strömungsrichtung der Flüssigkeit, die durch diese hervorgerufen wird, und die Ausstoßrichtung linear zueinander ausgerichtet werden. In der veranschaulichten Ausführungsform kann sie für eine Definition zum Erzielen oder Annähern an solch eine ideale Bedingung so ausgestaltet sein, dass die Ausstoßöffnung **4** direkt mit dem wärmeerzeugenden Abschnitt **21** verbunden ist, insbesondere mit dem Seitenabschnitt (stromabwärtige Seite) der Ausstoßöffnung **4** des wärmeerzeugenden Abschnitts **2**, welcher einen Einfluss auf den Seitenabschnitt der Ausstoßöffnung **4** der Blase ausübt. Wenn sich bei dieser Anordnung keine Flüssigkeit in dem Strömungspfad **3** befindet, kann der wärmeerzeugende Abschnitt **21**, insbesondere der Abschnitt auf der stromabwärtigen Seite des wärmeerzeugenden Abschnitts **21**, von außerhalb der Ausstoßöffnung **4** betrachtet werden.

[0089] Als Nächstes werden Abmessungen verschiedener Strukturelemente erläutert.

[0090] Für die veranschaulichte Ausführungsform wurde durch Prüfen oder Untersuchen des Herumwanderns der Blase auf die obere Oberfläche des beweglichen Elements (Herumwandern der Blase zu der stromaufwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs) gefunden, dass in Abhängigkeit von einer Beziehung zwischen der Verschiebungsgeschwindigkeit des beweglichen Elements und der Wachstumsgeschwindigkeit der Blase (anders gesagt der Verschiebungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit) das Herumwandern der Blase auf die obere Oberfläche des beweglichen Elements verhindert werden kann, wodurch eine gute Ausstoßeigenschaft erzielt wird.

[0091] D.h., in der veranschaulichten Ausführungsform kann durch Regulieren der Versetzung des beweglichen Elements mittels der regulierenden Abschnitte zu dem Zeitpunkt, zu dem sich das Ausmaß der Volumenänderung der Blase und das Ausmaß der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements leicht vergrößern, das Herumwandern der Blase auf die obere Oberfläche des beweglichen Elements verhindert werden, wodurch eine gute Ausstoßeigenschaft erzielt wird.

[0092] Dies wird nun vollständig mit Bezug auf die **Fig. 8A** bis **Fig. 8E** erläutert. Obwohl der Aufbau des Substratelements **1** in den **Fig. 8A** bis **Fig. 8E** so ist, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist, wird er allerdings der Dienlichkeit halber schematisch in den **Fig. 8A** bis **Fig. 8E** gezeigt (ähnlich in den **Fig. 10** und **Fig. 11**).

[0093] Zuerst wird von einem in **Fig. 8A** gezeigten Zustand aus sofort eine Druckwelle erzeugt, wenn eine Blase auf dem wärmeerzeugenden Abschnitt **21** erzeugt wird. Wenn Flüssigkeit um den wärmeerzeu-

genden Abschnitt **21** herum durch die Druckwelle verschoben wird, beginnt die Blase **40** anzuwachsen. Im Übrigen wird das bewegliche Element **11** aufwärts versetzt, so dass es im Wesentlichen der Versetzung der Flüssigkeit folgt (**Fig. 8B**). Da die Trägheitskraft der Flüssigkeit klein wird, wird mit fortschreitender Zeit die Versetzungsgeschwindigkeit des beweglichen Elements **11** durch eine Federkraft des beweglichen Elements **11** abrupt verringert. Da die Versetzungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit nicht so verringert wird, wird in diesem Fall der Unterschied zwischen der Versetzungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit und der Versetzungsgeschwindigkeit des beweglichen Elements **11** groß. Wenn an diesem Punkt eine Lücke zwischen dem beweglichen Element **11** (dem freien Ende **11b**) und dem Anschlag **12** immer noch verbleibt, fließt die Flüssigkeit zu der stromaufwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs, mit dem Ergebnis, dass das bewegliche Element **11** kaum mit dem Anschlag **12** in Kontakt tritt und die Ausstoßkraft teilweise verloren geht. Dementsprechend kann in solch einem Fall eine angemessene regulierende (blockierende) Wirkung des beweglichen Elements **11** mittels des regulierenden Abschnitts (Anschlag **12**) nicht erzielt werden.

[0094] Im Gegensatz dazu wird bei der veranschaulichten Ausführungsform die Regulierung des beweglichen Elements mittels des regulierenden Abschnitts an einer Stelle vorgenommen, bei welcher die Versetzung des beweglichen Elements im Wesentlichen der Versetzung der Flüssigkeit folgt. Hier werden der Dienlichkeit halber die Versetzungsgeschwindigkeit des beweglichen Elements und die Wachstumsgeschwindigkeit der Blase (Versetzungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit) durch „Verhältnis (bzw. Ausmaß) der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements“ bzw. „Verhältnis (bzw. Ausmaß) der Veränderung der Blasenvolumens“ wiedergegeben.

[0095] Im Übrigen werden das „Verhältnis der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements“ und das „Verhältnis der Veränderung des Blasenvolumens“ durch Differenzierung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements und des Blasenvolumens erhalten.

[0096] Da die Flüssigkeitsströmung, welche das Herumwandern der Blase auf die obere Oberfläche des beweglichen Elements **11** hervorruft, im Allgemeinen beseitigt und ein abgedichteter Zustand des blasenerzeugenden Bereichs in positiverer Weise erzielt werden kann, kann mit der vorstehend erwähnten Anordnung eine gute Ausstoßeigenschaft erzielt werden.

[0097] Selbst nachdem das bewegliche Element **11** durch den Anschlag **12** reguliert wurde, setzt sich gemäß der veranschaulichten Anordnung das Wachs-

tum der Blase **40** fort. In diesem Fall ist es wünschenswert, dass ein angemessener Abstand (vorstehende bzw. -ragende Höhe des Anschlags **12**) zwischen dem Abschnitt des Anschlags **12** und einer Oberfläche (Oberfläche der oberen Wand) des Strömungspfades **3** gegenüber dem Substrat **1** beibehalten wird, um das freie Wachstum der stromabwärtsgerichteten Komponente der Blase **40** zu befördern.

[0098] Im Übrigen bezeichnet bei einem neuen Flüssigkeit ausstoßenden Kopf, welcher von den Erfindern vorgeschlagen wird, die Regulierung der Versetzung des beweglichen Elements mittels des regulierenden Abschnitts einen Zustand, bei dem das Ausmaß der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements Null oder Minus (negativ) wird.

[0099] Die Höhe des Strömungspfades **3** beträgt 55 μm und die Dicke des beweglichen Elements **11** 5 μm . In dem Zustand, dass keine Blase erzeugt wird (in dem Zustand, dass das bewegliche Element **11** nicht versetzt ist), beträgt der Abstand zwischen der unteren Oberfläche des beweglichen Elements **11** und der oberen Oberfläche des Substratelements **15** μm .

[0100] In dem Fall, dass angenommen wird, dass die Höhe von der Oberfläche der Wand des Strömungspfades der oberen Platte **2** zu dem entfernten Ende des Anschlags **12** t_1 und der Abstand zwischen der oberen Oberfläche des beweglichen Elements **11** und dem entfernten Ende des Anschlags **12** t_2 ist, kann des Weiteren, wenn t_1 größer als 30 μm ist, eine stabile Eigenschaft des Flüssigkeitsausstoßes erzielt werden, indem t_2 zu 15 μm oder weniger ausgewählt wird. Wenn des Weiteren t_1 größer als 20 μm ist, ist t_2 bevorzugt kleiner als 25 μm .

[0101] Als Nächstes wird ein Ausstoßvorgang mit einem Schuss (one shot) des Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes gemäß der veranschaulichten Ausführungsform vollständig mit Bezug auf die [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8E](#) und die [Fig. 9](#) erläutert, welche eine zeitliche Veränderung der Versetzungsgeschwindigkeit und des Volumens der Blase sowie eine zeitliche Veränderung der Versetzungsgeschwindigkeit und des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements zeigt.

[0102] In der [Fig. 9](#) wird das Ausmaß der Veränderung des Blasenvolumens v_b durch eine durchgezogene Linie gezeigt, das Blasenvolumen V_b durch eine Linie mit zwei Punkten und einem Strich, das Ausmaß der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements v_n wird durch eine unterbrochene Linie gezeigt und das Versetzungsvolumen des beweglichen Elements V_m wird durch eine Linie mit einem Punkt und einem Strich gezeigt. Des Weiteren ist das Ausmaß der Veränderung des Blasen-

volumens v_b positiv, wenn das Blasenvolumen V_b zunimmt, das Blasenvolumen V_b ist positiv, wenn das Volumen zunimmt, das Ausmaß der Veränderung des Versetzungsvolumens des beweglichen Elements v_m ist positiv, wenn das Versetzungsvolumen des beweglichen Elements V_m zunimmt und das Versetzungsvolumen des beweglichen Elements V_m ist positiv, wenn das Volumen zunimmt. Da das Versetzungsvolumen des beweglichen Elements V_m auf der Grundlage des Volumens positiv ist, das erhalten wird, wenn das bewegliche Element **11** von dem in [Fig. 8A](#) gezeigten Anfangszustand in Richtung der oberen Platte **2** verschoben wird, zeigt das Versetzungsvolumen des beweglichen Elements V_m im Übrigen einen negativen Wert, wenn das bewegliche Element **11** aus dem Anfangszustand in Richtung des Substratelements **1** verschoben wird.

[0103] Die [Fig. 8A](#) zeigt einen Zustand, bevor eine Energie wie etwa eine elektrische Energie an den wärmeerzeugenden Abschnitt **21** angelegt wird, d.h. einen Zustand, bevor der wärmeerzeugende Abschnitt **21** Wärme erzeugt. Wie es später beschrieben wird, befindet sich das bewegliche Element **11** in einem Bereich, welcher der stromaufwärtigen Hälfte der Blase gegenüber steht, die durch die Wärme des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** erzeugt wird.

[0104] In der [Fig. 9](#) entspricht diese Bedingung einem Punkt A, an dem die Zeit $t = 0$ ist.

[0105] Die [Fig. 8B](#) zeigt einen Zustand, in dem ein Teil der Flüssigkeit, welche den blasenerzeugenden Bereich füllt, durch den wärmeerzeugenden Abschnitt **21** erwärmt wird und durch Filmsieden eine Erzeugung der Blase **40** einsetzt. In der [Fig. 9](#) entspricht dieser Zustand einem Bereich von dem Punkt B bis direkt vor dem Punkt C_1 , und in diesem Fall nimmt das Blasenvolumen V_b mit der Zeit zu. Im Übrigen ist in diesem Fall der Beginn der Versetzung des beweglichen Elements **11** gegenüber der Volumenänderung der Blase **40** zeitlich verzögert. D.h., die durch die Erzeugung der Blase **40** aufgrund des Filmsiedens erzeugte Druckwelle setzt sich in dem Strömungspfad **3** fort, und die Flüssigkeit wird aus der Mittelzone des blasenerzeugenden Bereichs entsprechend in Richtung der stromabwärtigen und stromaufseitigen Seiten verschoben, und auf der stromaufwärtigen Seite beginnt sich das bewegliche Element **11** durch den Flüssigkeitsstrom, welcher durch das Anwachsen der Blase **40** verursacht wird, zu versetzen. Des Weiteren tritt die Flüssigkeit, welche in Richtung der stromaufwärtigen Seite verschoben wird, zwischen den Seitenwänden des Strömungspfades **3** und dem beweglichen Element **11** durch und wird in Richtung der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6** gerichtet. An diesem Punkt wird der Abstand zwischen dem Anschlag **12** und dem beweglichen Element **11** verkleinert, da das bewegliche Element **11** versetzt wird. In diesem Zustand beginnt

der Ausstoß des Ausstoßtröpfchens **66** aus der Ausstoßöffnung **4**.

[0106] Die [Fig. 8C](#) zeigt einen Zustand, in dem das freie Ende **11b** des beweglichen Elements **11** durch ein weiteres Anwachsen der Blase **40** mit dem Anschlag **12** in Kontakt tritt. In der [Fig. 9](#) entspricht dieser Zustand einem Bereich zwischen dem Punkt C_1 und dem Punkt C_3 .

[0107] Ausgehend von dem in [Fig. 8B](#) gezeigten Zustand vermindert sich das Ausmaß der Veränderung des Versetzungs volumens des beweglichen Elements v_m abrupt vor einem Zustand, der in [Fig. 8C](#) gezeigt ist und bei dem das bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt steht, d.h. an einem Punkt B', wenn der Punkt B zu dem Punkt C_1 in der [Fig. 9](#) verschoben wird. Der Grund ist, dass direkt bevor das bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt tritt, der Strömungswiderstand der Flüssigkeit zwischen dem beweglichen Element **11** und dem Anschlag **12** abrupt groß wird. Des Weiteren verringert sich der Anteil der Veränderung des Blasenvolumens v_b ebenfalls abrupt.

[0108] Danach nähert sich das bewegliche Element **11** weiter dem Anschlag **12** an und tritt schließlich mit dem letzteren in Kontakt. Der Kontakt zwischen dem beweglichen Element **11** und dem Anschlag **12** wird in positiver Weise erzielt, da die Höhe t_1 des Anschlags **12** und der Abstand zwischen der oberen Oberfläche der beweglichen Elements **11** und dem Anschlag **12** die vorstehend erwähnten Abmessungen aufweisen. Da die weitere aufwärtsgerichtete Versetzung des beweglichen Elements reguliert wird (Punkte C_1 bis C_3 in der [Fig. 9](#)), wird die Verschiebung der Flüssigkeit in Richtung der stromaufwärtigen Richtung stark reguliert, wenn das bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt tritt. Dementsprechend wird das Anwachsen der Blase **40** in Richtung der stromaufwärtigen Richtung durch das bewegliche Element **11** ebenfalls beschränkt. Da allerdings die Verschiebungskraft der Flüssigkeit in Richtung der stromaufwärtigen Richtung groß ist, wird das bewegliche Element **11** einer größeren Spannung ausgesetzt, so dass es in Richtung der stromaufwärtigen Richtung gezogen wird, mit dem Ergebnis, dass das bewegliche Element geringfügig zu einer konvexen, aufwärtsgerichteten Form verformt wird. Im Übrigen setzt sich in diesem Fall das Wachstum der Blase **40** fort. Da das stromaufwärtige Wachstum der Blase durch den Anschlag **12** und das bewegliche Element **11** reguliert wird, wächst die Blase **40** auf der stromabwärtigen Seite weiter, mit dem Ergebnis, dass die Wachstumshöhe der Blase **40** auf der stromabwärtigen Seite des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** verglichen mit dem Fall, dass kein bewegliches Element **11** bereitgestellt ist, zunimmt. D.h., obwohl das Ausmaß der Veränderung des Versetzungs volumens des beweglichen Elements v_m

zwischen den Punkten C_1 und C_3 0 ist, wie es in [Fig. 9](#) gezeigt ist, da das bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt steht, wächst die Blase **40** in Richtung der stromabwärtigen Seite und setzt sich das Wachstum bis zu einem Punkt C_2 fort, welcher gegenüber dem Punkt C_1 zeitlich geringfügig verzögert ist, und das Blasenvolumen V_b wird an dem Punkt C_2 maximal.

[0109] Da wie vorstehend erwähnt die Versetzung des beweglichen Elements **11** durch den Anschlag **12** reguliert wird, weist andererseits der stromaufwärtige Abschnitt der Blase **40** eine geringe Größe auf, bis das bewegliche Element **11** konvex in Richtung der stromaufwärtigen Seite durch die Trägheitskraft des Flüssigkeitsstroms in Richtung der stromaufwärtigen Seite gekrümmmt und die Spannung ausgeübt wird. Der stromaufwärtige Abschnitt der Blase **40** wird durch den Anschlag **12**, die Seitenwände des Strömungspfades, das bewegliche Elements **11** und den Heelpunkt **11a** so reguliert, dass eine voranschreitende Menge in Richtung des stromaufwärtigen Bereichs nahezu Null wird.

[0110] Auf diese Weise wird der Flüssigkeitsstrom in Richtung der stromaufwärtigen Seite stark verringert, wodurch ein Überspringen bzw. -laufen von Flüssigkeit zu angrenzenden Strömungspfaden, ein Rückstrom (Behinderung einer erneuten Befüllung mit hoher Geschwindigkeit) der Flüssigkeit in das Flüssigkeit zuführende System und eine Druckschwingung verhindert werden.

[0111] Die [Fig. 8D](#) zeigt einen Zustand, dass ein negativer Druck in der Blase **40** nach dem Filmsieden die stromabwärtige Verschiebung der Flüssigkeit in dem Strömungspfad **3** übersteigt, so dass eine Kontraktion der Blase **40** einsetzt.

[0112] Obwohl das bewegliche Element **11** abwärts gerichtet versetzt wird (Punkte C_3 bis D in [Fig. 9](#)), nimmt die Geschwindigkeit für die abwärtige Versetzung zu, wenn sich die Blase **40** zusammenzieht, da das bewegliche Element **11** selbst eine Federspannung eines Auslegers und eine Spannung aufgrund der aufwärtsgerichteten konvexen Verformung aufweist. Da der Widerstand des Strömungspfades des Weiteren klein ist, wird der stromabwärtige Flüssigkeitsstrom in dem Bereich auf der stromaufwärtigen Seite des beweglichen Elements **11**, welcher ein Bereich mit einem geringen Widerstand des Strömungspfades ist, der zwischen der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6** und dem Strömungspfad **3** ausgebildet ist, schnell zu einem starken Strom und strömt durch den Anschlag **12** in den Strömungspfad **3**. Bei diesem Vorgang ist die Flüssigkeit in der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **6** in den Strömungspfad **3** hineingerichtet. Die in den Strömungspfad **3** hineingerichtete Flüssigkeit tritt zwischen dem Anschlag **12** und dem abwärtsversetzten beweglichen Element **11**

wie es ist hindurch, und strömt dann zu der stromabwärtigen Seite des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** und wirkt auf die Blase **40** ein, was das Verschwinden der Blase beschleunigt. Nachdem solch ein Flüssigkeitsstrom zu dem Verschwinden der Blase beigebracht hat, erzeugt er einen Flüssigkeitsstrom in Richtung der Ausstoßöffnung **4**, so dass er zur Wiederherstellung des Meniskus beiträgt und die Geschwindigkeit der erneuten Befüllung vergrößert.

[0113] An dieser Stelle verändert sich ein Flüssigkeitsstab, der das aus der Ausstoßöffnung **4** ausgestoßene Ausstoßtröpfchen **66** umfasst, zu einem Flüssigkeitströpfchen, welches im Gegenzug nach außen fliegt.

[0114] Die [Fig. 8D](#) zeigt einen Zustand, in dem der Meniskus durch das Verschwinden der Blase in die Ausstoßöffnung **4** hineingezogen wird, und eine Abtrennung des Flüssigkeitsstabs des Ausstoßtröpfchens **66** setzt ein.

[0115] Da des Weiteren das Strömen von Flüssigkeit durch den Bereich zwischen dem beweglichen Element **11** und dem Anschlag **12** in den Strömungspfad **3** hinein die Strömungsgeschwindigkeit auf der Seite der oberen Platte **2** vergrößert, wird eine Ansammlung winziger Blasen in diesem Abschnitt im Wesentlichen verhindert, was zu einem stabilen Ausstoßen beiträgt.

[0116] Da des Weiteren der Punkt, an dem Kavitation aufgrund des Verschwindens der Blase erzeugt wird, zu der stromabwärtigen Seite des blasenerzeugenden Bereichs verschoben wird, wird die Beschädigung des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** verringert. Da das Anhaften von Kogation an den wärmeerzeugenden Abschnitt **21** aufgrund der Entwicklung verringert wird, wird gleichzeitig die Ausstoßstabilität verbessert.

[0117] Die [Fig. 8E](#) zeigt einen Zustand, in dem, nachdem die Blase **40** vollständig verschwunden ist, das bewegliche Element **11** über den Anfangszustand hinausgegangen ist (Punkt E und weiter in [Fig. 9](#)).

[0118] Obwohl dies von der Festigkeit des beweglichen Elements **11** und der Viskosität der verwendeten Flüssigkeit abhängt, wird das Hinausgehen des beweglichen Elements **11** in einer kurzen Zeit gedämpft und der Anfangszustand wird wiederhergestellt.

[0119] Obwohl die [Fig. 8C](#) einen Zustand zeigt, in dem der Meniskus durch das Verschwinden der Blase im Wesentlichen zu der stromaufwärtigen Seite gezogen wird, wird ähnlich zu der Dämpfung der Versetzung des beweglichen Elements **11** die ursprüngliche Position in einem relativ kurzen Zeitraum wie-

derhergestellt und wird stabilisiert. Wie es in [Fig. 8E](#) gezeigt ist, wird des Weiteren auf der Rückseite des Ausstoßtröpfchens **66** der Schwanzabschnitt durch die Kraft der Oberflächenspannung abgetrennt, mit dem Ergebnis, dass ein Satellit **67** ausgebildet werden kann.

[0120] Als Nächstes werden insbesondere ansteigende Blasen **41**, die von beiden Seiten des beweglichen Elements **11** aufsteigen, und der Flüssigkeitsmeniskus an der Ausstoßöffnung **4** vollständig mit Bezug auf die [Fig. 11](#) erläutert, welche eine perspektivische Ansicht eines Teils des Flüssigkeit ausstoßenden Kopfes der [Fig. 7](#) ist.

[0121] In der veranschaulichten Ausführungsform gibt es kleine Abstände zwischen den Wandoberflächen der Seitenwände, welche den Strömungspfad **3** ausbilden, und beiden lateralen Kanten des beweglichen Elements **11**, so dass das bewegliche Element **11** reibungslos versetzt werden kann. Des Weiteren versetzt bei dem Vorgang des Anwachsens der Blase mittels des wärmeerzeugenden Abschnitts **21** die Blase **40** das bewegliche Element **11** und steigt in Richtung der oberen Oberfläche des beweglichen Elements **11** durch die Abstände hindurch an, so dass sie geringfügig in den Bereich des Strömungspfads **3a** mit geringem Widerstand eindringt. Die eingedrungenen ansteigenden Blasen **41** wandern um die rückseitige Oberfläche (dem blasenerzeugenden Bereich gegenüberstehend) herum, wodurch eine Schwingung des beweglichen Elements **11** unterdrückt und die Ausstoßeigenschaft stabilisiert wird.

[0122] Des Weiteren treiben in dem Schritt des Verschwindens der Blase **40** die ansteigenden Blasen **41** den Flüssigkeitsstrom von dem Bereich des Flüssigkeitspfades **3a** mit geringem Widerstand zu dem blasenerzeugenden Bereich, mit dem Ergebnis, dass in Kombination mit dem vorstehend erwähnten sehr schnellen Zurückziehen des Meniskus aus der Ausstoßöffnung **4** das Verschwinden der Blase schnell abgeschlossen wird. Insbesondere aufgrund des durch die ansteigenden Blasen **41** erzeugten Flüssigkeitsstroms werden in den Ecken des beweglichen Elements **11** und des Strömungspfades **3** nahezu keine Blasen eingefangen.

[0123] Bei dem Flüssigkeit ausstoßenden Kopf mit der vorstehend erwähnten Anordnung wird zu dem Zeitpunkt, wenn die Flüssigkeit aus der Ausstoßöffnung **4** durch die Erzeugung der Blase **40** ausgestoßen wird, das Ausstoßtröpfchen **66** im Wesentlichen in dem Zustand einer Flüssigkeitsstange mit einer Kugel an ihrem Führungsende ausgestoßen. Obwohl dies auch für herkömmliche Kopfstrukturen gilt, wird bei der veranschaulichten Ausführungsform, wenn das bewegliche Element **11** durch das Anwachsen der Blase versetzt wird und das versetzte bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt tritt, in

dem Strömungspfad **3** einschließlich des blasenerzeugenden Bereichs ein im Wesentlichen geschlossener Raum erzeugt (mit Ausnahme der Ausstoßöffnung). Wenn die Blase in diesem Zustand verschwunden ist, wirkt dementsprechend, da der geschlossene Raum beibehalten wird, bis das bewegliche Element **11** aufgrund des Verschwindens der Blase von dem Anschlag **12** getrennt wird, die Energie des nahezu Verschwindens der Blase **40** als eine Kraft zum Verschieben der Flüssigkeit in der Nähe der Ausstoßöffnung **4** in Richtung der stromaufwärtigen Richtung. Im Ergebnis wird der Meniskus, direkt nachdem das Verschwinden der Blase **40** einsetzt, schnell von der Ausstoßöffnung **4** in den Strömungspfad **3** gesaugt, mit dem Ergebnis, dass ein Schwanzabschnitt, welcher die Flüssigkeitsstange bildet, die mit dem Ausstoßtröpfchen **66** außerhalb der Ausstoßöffnung **4** verbunden ist, durch eine starke Kraft des Meniskus schnell abgetrennt wird. Somit werden aus dem Schwanzabschnitt erzeugte Satelliten verringert, was die Druckqualität verbessert.

[0124] Da des Weiteren der Schwanzabschnitt für einen langen Zeitraum nicht von dem Meniskus gezogen wird, wird die Ausstoßgeschwindigkeit nicht verringert, und da der Abstand zwischen dem Ausstoßtröpfchen **66** und dem Satelliten kürzer wird, werden die Satellitenpunkte auf der Rückseite des Ausstoßtröpfchens **66** durch ein so genanntes Nachlaufströmungsphenomen gezogen. Im Ergebnis können die Satellitenpunkte mit dem Ausstoßtröpfchen **66** vereinigt werden, und somit kann ein Flüssigkeit ausstoßender Kopf bereitgestellt werden, bei dem nahezu keine Satellitenpunkte erzeugt werden.

[0125] Des Weiteren wird in der veranschaulichten Ausführungsform bei dem vorstehend erwähnten Flüssigkeit ausstoßenden Kopf das bewegliche Element **11** bereitgestellt, um nur ein Anwachsen der Blase **40** in Richtung der stromaufwärtigen Richtung bezüglich des Flüssigkeitsstroms zu unterdrücken, der in Richtung der Ausstoßöffnung **4** gerichtet ist. Mehr bevorzugt befindet sich das freie Ende **11b** des beweglichen Elements **11** im Wesentlichen in einem Mittelabschnitt des blasenerzeugenden Bereichs. Mit dieser Anordnung können eine rückwärtsgerichtete Welle zu der stromaufwärtigen Seite aufgrund des Anwachsens der Blase und eine Trägheitskraft der Flüssigkeit, welche nicht direkt mit dem Flüssigkeitsausstoß in Beziehung stehen, unterdrückt werden, und die nach unten wachsende Komponente der Blase **40** kann in Richtung der Ausstoßöffnung **4** gerichtet werden.

[0126] Da des Weiteren der Widerstand des Strömungspfads des Bereichs des Strömungspfads **3b** mit geringem Widerstand gegenüber der Ausstoßöffnung **4**, bezüglich des Anschlags **12**, gering ist, erzeugt die Verschiebung der Flüssigkeit in Richtung der stromaufwärtigen Richtung aufgrund des An-

wachsens der Blase eine starke Strömung in dem Bereich des Strömungspfades **3b** mit geringem Widerstand, mit dem Ergebnis, dass, wenn das versetzte bewegliche Element **11** mit dem Anschlag **12** in Kontakt steht, das bewegliche Element **11** eine Spannung erfährt, so dass es in Richtung der stromaufwärtigen Richtung gezogen wird. Selbst wenn das Verschwinden der Blase in diesem Zustand einsetzt, kann im Ergebnis, da die flüssigkeitsverschiebende Kraft in Richtung der stromaufwärtigen Richtung aufgrund des Anwachsens der Blase **40** groß bleibt, der vorstehend erwähnte abgeschlossene Raum für eine festgelegte Zeitspanne beibehalten werden, bis die zurücktreibende Kraft des beweglichen Elements **11** die flüssigkeitsverschiebende Kraft übersteigt. D.h., mit dieser Anordnung kann ein sehr schnelles Zurückziehen des Meniskus in positiverer Weise erzielt werden.

[0127] Wenn des Weiteren das Verschwinden der Blase fortschreitet und die zurücktreibende Kraft des beweglichen Elements **11** die flüssigkeitsverschiebende Kraft in Richtung der stromaufwärtigen Richtung aufgrund des Anwachsens der Blase übersteigt, wird das bewegliche Element **11** abwärts zum Boden versetzt, so dass es in den Anfangszustand zurückkehrt, mit dem Ergebnis, dass die Strömung in Richtung der stromabwärtigen Richtung in dem Bereich des Strömungspfades **3a** mit geringem Widerstand erzeugt wird. Da der Widerstand des Strömungspfades gering ist, wird die Strömung in Richtung der stromabwärtigen Richtung des Bereichs des Strömungspfades **3a** mit geringem Widerstand abrupt zu einer großen Strömung, welche im Gegenzug durch den Anschlag **12** in den Strömungspfad **3** strömt. Im Ergebnis wird durch das Verschieben der Flüssigkeit in Richtung der stromabwärtigen Richtung gerichtet auf die Ausstoßöffnung **4** das Zurückziehen des Meniskus schnell gebremst, wodurch die Schwingung des Meniskus mit hoher Geschwindigkeit gedämpft wird.

[0128] Da die Eigenschaft der Wiederbefüllung mit Tinte verbessert wird, kann bei dem Flüssigkeit ausstoßenden Kopf, der den vorstehend erwähnten Aufbau hat und das bewegliche Element einschließt, der Bereich der hohen Antriebsfrequenz auf ein Niveau von 10 kHz eingestellt werden, und der Antrieb kann auf einem Niveau von etwa 20 kHz bis 30 kHz erfolgen.

[0129] Obwohl das Verschwinden der Blase sich mit der vorstehend erwähnten hohen Frequenzperiode wiederholt und die Antikavitationsschicht innerhalb einer Zeiteinheit vielen akkumulierten Spannungen ausgesetzt ist, stabilisiert in diesem Fall die Antikavitationsschicht aus α -Ta/ β -Ta gemäß der vorliegenden Erfindung die Ausstoßgeschwindigkeit und die Ausstoßmenge.

[0130] Als Nächstes wird ein Tintenstrahllaufzeichnungsgerät erläutert, in welchem der vorstehend erwähnte Flüssigkeit ausstoßende Kopf als ein Tintenstrahllaufzeichnungskopf eingesetzt wird.

[0131] Die [Fig. 12](#) ist eine schematische Perspektivansicht, welche Hauptteile eines Tintenstrahllaufzeichnungsgeräts zeigt, für das die vorliegende Erfindung eingesetzt werden kann.

[0132] Eine Kopfkartusche **601**, die auf ein in [Fig. 12](#) gezeigtes Tintenstrahlgerät **600** gesetzt ist, umfasst einen Flüssigkeit ausstoßenden Kopf zum Ausstoßen einer Tinte, um aufzuzeichnen, und vielzählige Farbtintenbehälter zum Speichern von Flüssigkeiten, die zu dem Flüssigkeit ausstoßenden Kopf zuzuführen sind.

[0133] Wie es in [Fig. 12](#) gezeigt ist, ist die Kopfkartusche **601** auf einen Schlitten **607** aufgesetzt, in den eine helikale Rille **606** einer Führungsschraube **605** eingreift, welche über Antriebskraft übermittelnde Getriebe **603** und **604** synchron mit der normalen und umgekehrten Drehung eines Antriebsmotors **602** gedreht wird. Durch die Energie des Antriebsmotors **602** wird die Kopfkartusche **601** zusammen mit dem Schlitten **607** in Richtungen, welche durch die Pfeile a und b gezeigt sind, entlang einer Führung **608** vor- und zurückgeschoben. Das Tintenstrahllaufzeichnungsgerät **600** schließt eine Fördereinrichtung für Aufzeichnungsmedium (nicht gezeigt) zum Fördern eines Druckpapiers **P** als einem Aufzeichnungsmedium zur Aufnahme einer Flüssigkeit wie etwa Tinte ein, die von der Kopfkartusche **601** ausgestoßen wird. Eine Papierdruckplatte **610** für das Druckpapier **P**, welches auf einer Schreibmaschinenwalze **609** mittels der das Aufzeichnungsmedium befördernden Einrichtung befördert wird, dient dazu, dass Druckpapier **P** entlang der Verschiebungsrichtung des Schlittens **607** gegen die Schreibmaschinenwalze **609** zu drücken. Die Kopfkartusche **601** ist mit dem Hauptkörper des Tintenstrahllaufzeichnungsgeräts über ein flexibles Kabel (nicht gezeigt) elektrisch verbunden.

[0134] Fotokoppler **611** und **612** sind in der Nähe eines Endes der Führungsschraube **605** angeordnet. Die Fotokoppler **611** und **612** sind Einrichtungen zur Ermittlung einer Grundposition zum Umschalten der Drehrichtung des Antriebsmotors **602**, indem das Vorliegen eines Hebels **607a** des Schlittens **607** in dem Bereich der Fotokoppler **611** und **612** festgestellt wird. In der Nähe eines Endes der Schreibmaschinenwalze **609** ist ein Trägerelement **613** zum Tragen eines Deckelelements **614** zur Bedeckung einer vorderen Oberfläche (einschließlich Ausstoßöffnungen) der Kopfkartusche **601** bereitgestellt. Des Weiteren ist eine Tintensaugeinrichtung **615** zum Ansaugen von Tinte, die in dem Deckelelement **614** durch einen Leerlaufausstoß der Kopfkartusche **601** gespeichert ist, bereitgestellt. Eine Saugwiederherstellung der

Kopfkartusche **601** wird mittels der Tintensaugeinrichtung **615** durch eine Öffnung des Deckelelements **614** vorgenommen.

[0135] Das Tintenstrahllaufzeichnungsgerät **600** weist einen Körperträger **619** auf. Der Körperträger **619** trägt ein Verschiebeelement **618** für eine Verschiebungsbewegung in der Vorwärts- und Rückwärtsrichtung, d.h. der Richtung senkrecht zu einer Verschiebungsrichtung des Schlittens **607**. Ein Reinigungsblatt **617** ist an dem Verschiebungselement **618** angebracht. Das Reinigungsblatt **617** ist nicht auf ein Blatt beschränkt, sondern andere bekannte Arten eines Reinigungsblatts können verwendet werden. Des Weiteren ist ein Hebel **620** zur Ingangsetzung des Saugwiederherstellungsvorgangs der Tintensaugeinrichtung **615** bereitgestellt. Der Hebel **620** wird verschoben, wenn eine in den Schlitten **607** eingreifende Nocke verschoben wird, und die Antriebskraft von dem Antriebsmotor **602** wird durch eine bekannte Übertragungseinrichtung wie etwa eine Kupplungs-umschaltung gesteuert. Ein Kontrollabschnitt für das Tintenstrahlzeichnen (in [Fig. 12](#) nicht gezeigt) zum Anlegen eines Signals an die wärmeerzeugenden Abschnitte und zum Steuern des Antriebs der verschiedenen Elemente ist in dem Hauptkörper des Aufzeichnungsgeräts bereitgestellt.

Patentansprüche

1. Tintenstrahlkopfsubstrat mit:
einem wärmeerzeugenden Widerstandselement **(24)**, das einen wärmeerzeugenden Abschnitt **(21)** ausbildet,
einer Elektrodenleitung **(22)**, die mit dem wärmeerzeugenden Widerstandselement **(24)** elektrisch verbunden ist, und
einer isolierenden Schutzschicht **(25)**, die über dem wärmeerzeugenden Widerstandselement **(24)** und der Elektrodenleitung **(22)** bereitgestellt ist, und einem Antikavitationsfilm, der über der isolierenden Schutzschicht **(25)** bereitgestellt ist, wobei der Antikavitationsfilm aus wenigstens zwei Filmschichten gebildet ist, gekennzeichnet durch
eine obere Schicht **(27)**, welche ein Film ist, der Ta einschließt und eine Kristallstruktur mit quadratischem Gitter aufweist, in Kontakt mit einer Tinte, und eine untere Schicht **(26)**, welche ein amorpher Legierungsfilm ist, der Ta einschließt, in Kontakt mit der oberen Schicht **(27)**.

2. Tintenstrahlkopfsubstrat nach Anspruch 1, wobei die obere Schicht **(27)** ein Ta-Film oder TaAl-Film ist.

3. Tintenstrahlkopfsubstrat nach Anspruch 2, wobei der amorphe Legierungsfilm eine Zusammensetzung aufweist, die Ta, Fe, Ni und Cr umfasst.

4. Tintenstrahlkopfsubstrat nach Anspruch 3, wobei der amorphe Legierungsfilm durch die folgende Zusammensetzung (I) dargestellt wird:



wobei $10 \text{ Atom\%} \leq \alpha \leq 30 \text{ Atom\%}$ und $\alpha + \beta < 80 \text{ Atom\%}$ und $\alpha < \beta$ und $\delta > \gamma$ und $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100 \text{ Atom\%}$.

5. Tintenstrahlkopf, bei dem eine Vielzahl wärmeerzeugender Abschnitte (21) auf einem Tintenstrahlkopfsubstrat nach einem der Ansprüche 1 bis 4 bereitgestellt ist, und bei dem Flüssigkeitspfade (3), die zum Ausstoßen eines Tintentröpfchens mit Ausstoßöffnungen (4) verbunden sind, in Übereinstimmung mit den wärmeerzeugenden Abschnitten (21) bereitgestellt sind.

6. Tintenstrahlkopf nach Anspruch 5, wobei ein bewegliches Element (11) mit einem freien Ende, welches durch das Anwachsen einer in der Flüssigkeit durch thermische Energie des wärmeerzeugenden Abschnitts (21) erzeugten Blase versetzt wird, in jedem der Flüssigkeitspfade (3) bereitgestellt ist.

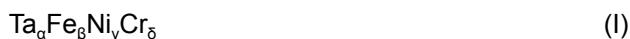
7. Tintenstrahlkopf nach Anspruch 5, wobei unterschiedliche Tintenarten zu den vielzähligen Flüssigkeitspfaden für jeden der vielzähligen Flüssigkeitspfade zugeführt werden.

8. Tintenstrahlkopf nach Anspruch 7, wobei die unterschiedlichen Tintenarten wenigstens eine Tinte, bei der leicht Kogation auftreten kann, und eine Tinte mit einer starken Erosionseigenschaft sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahlkopfsubstrats nach Anspruch 3 oder 4, wobei die obere Schicht durch Sputtern unter Einsatz eines Ta-Metall-Targets mit einer Reinheit von 99% oder mehr erzeugt wird.

10. Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahlkopfes, der erhalten wird, indem eine Vielzahl von Flüssigkeitspfaden (3), die zum Ausstoßen eines Tintentröpfchens mit Ausstoßöffnungen (4) verbunden sind, in Übereinstimmung mit wärmeerzeugenden Abschnitten (21) auf einem Tintenstrahlkopfsubstrat nach Anspruch 3 ausgebildet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei die Schicht mit einer Zusammensetzung, die Ta, Fe, Ni und Cr umfasst, durch die folgende Zusammensetzung (1) dargestellt wird:



wobei $10 \text{ Atom\%} \leq \alpha \leq 30 \text{ Atom\%}$ und $\alpha + \beta < 80 \text{ Atom\%}$ und $\alpha < \beta$ und $\delta > \gamma$ und $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 100 \text{ Atom\%}$.

12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei nach der Erzeugung der Flüssigkeitspfade (3) durch Ausstoßen einer Hilfstinte eine amorphe, unbewegliche Schicht, die wenigstens Ta und Cr von $\text{Ta}_\alpha\text{Fe}_\beta\text{Ni}_\gamma\text{Cr}_\delta$ einschließt, mit Ta dotiert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11, wobei Ta in eine amorphe, unbewegliche Schicht dotiert wird, die wenigstens Ta und Cr von $\text{Ta}_\alpha\text{Fe}_\beta\text{Ni}_\gamma\text{Cr}_\delta$ einschließt.

14. Verfahren nach Anspruch 11, wobei Ta zu einer amorphen Oberflächenschicht zugegeben wird, die wenigstens Ta und Cr von $\text{Ta}_\alpha\text{Fe}_\beta\text{Ni}_\gamma\text{Cr}_\delta$ einschließt.

15. Tintenstrahlaufzeichnungsgerät mit: einem Schlitten (607), auf den ein Tintenstrahlkopf nach Anspruch 5 aufgesetzt ist, wobei auf einem Aufzeichnungsmedium (P) aufgezeichnet wird, indem ein Tintentröpfchen von dem Tintenstrahlkopf ausgestoßen wird, während der Schlitten (607) in Reaktion auf Aufzeichnungsinformation verschoben wird.

Es folgen 12 Blatt Zeichnungen

FIG. 1A

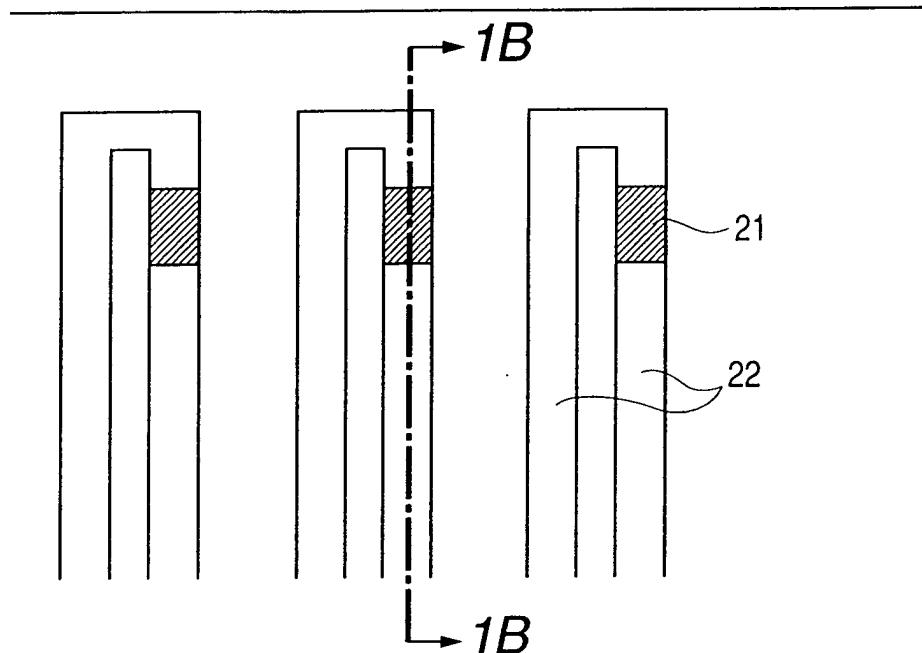


FIG. 1B

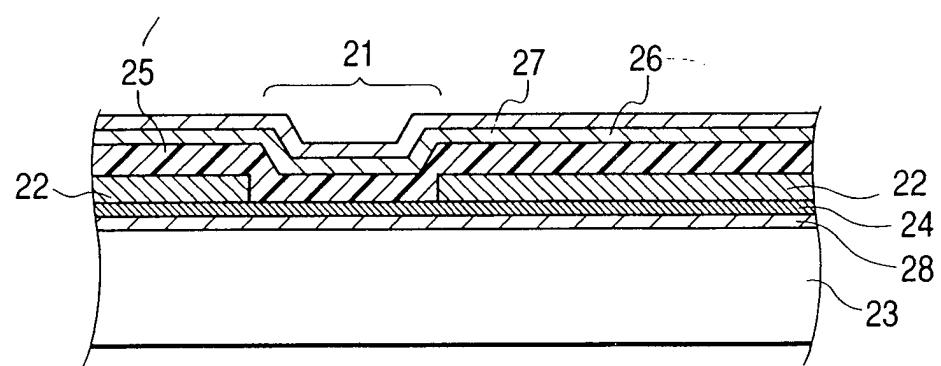


FIG. 2A

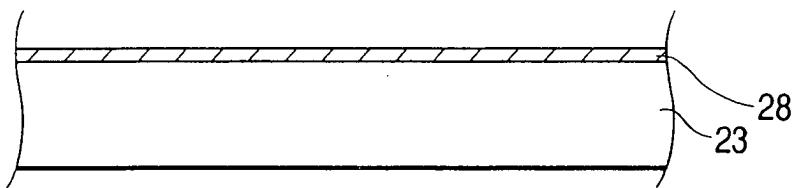


FIG. 2B

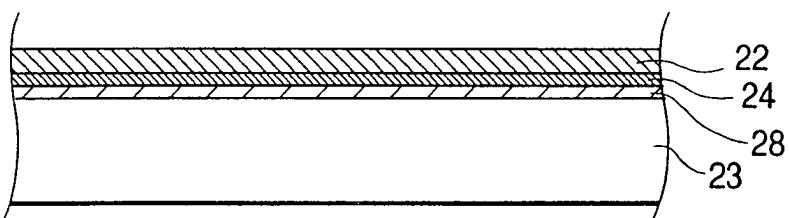


FIG. 2C

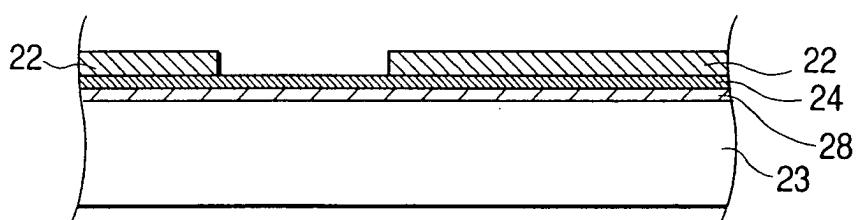


FIG. 2D

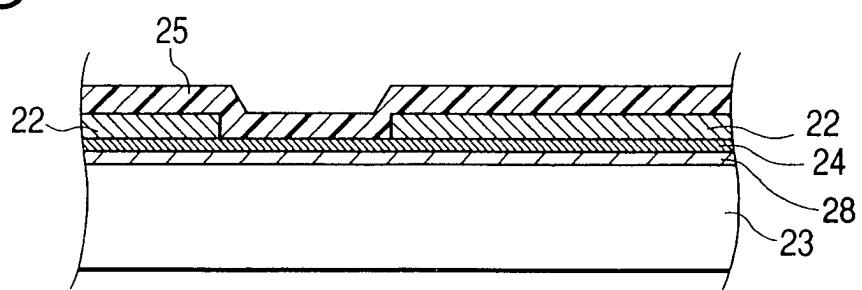


FIG. 3A

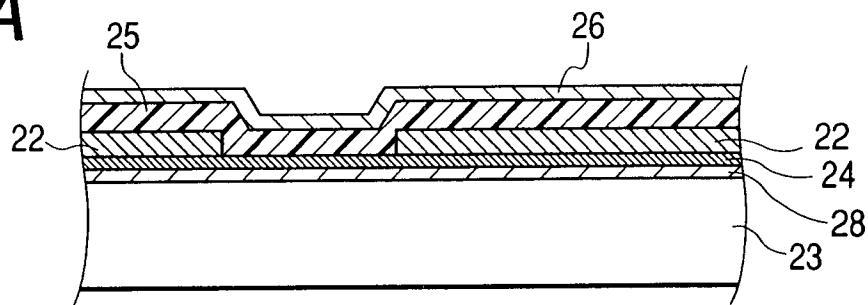


FIG. 3B

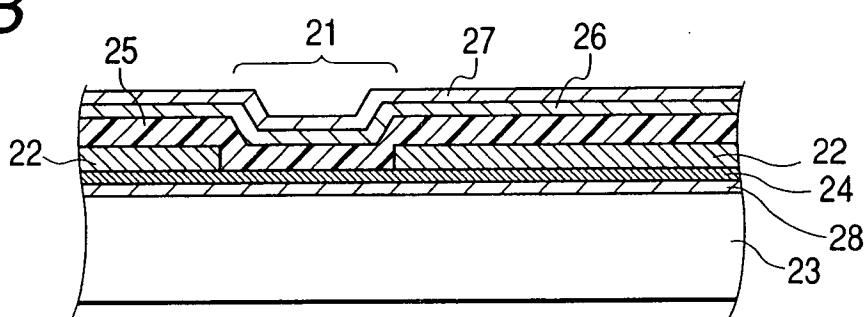


FIG. 3C

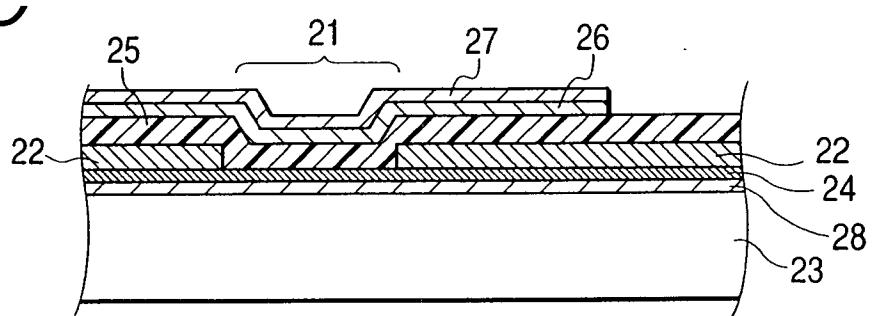


FIG. 3D

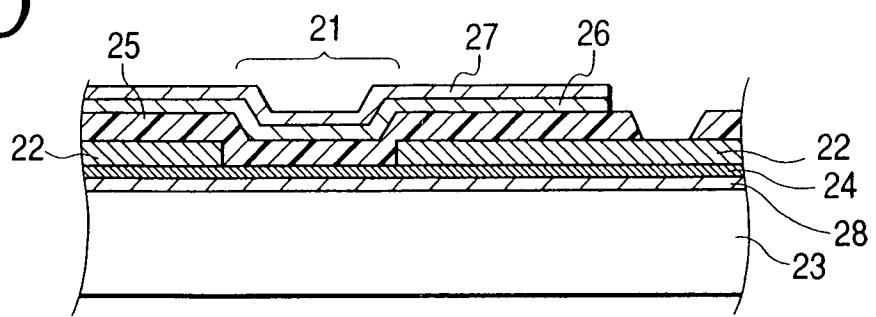


FIG. 4

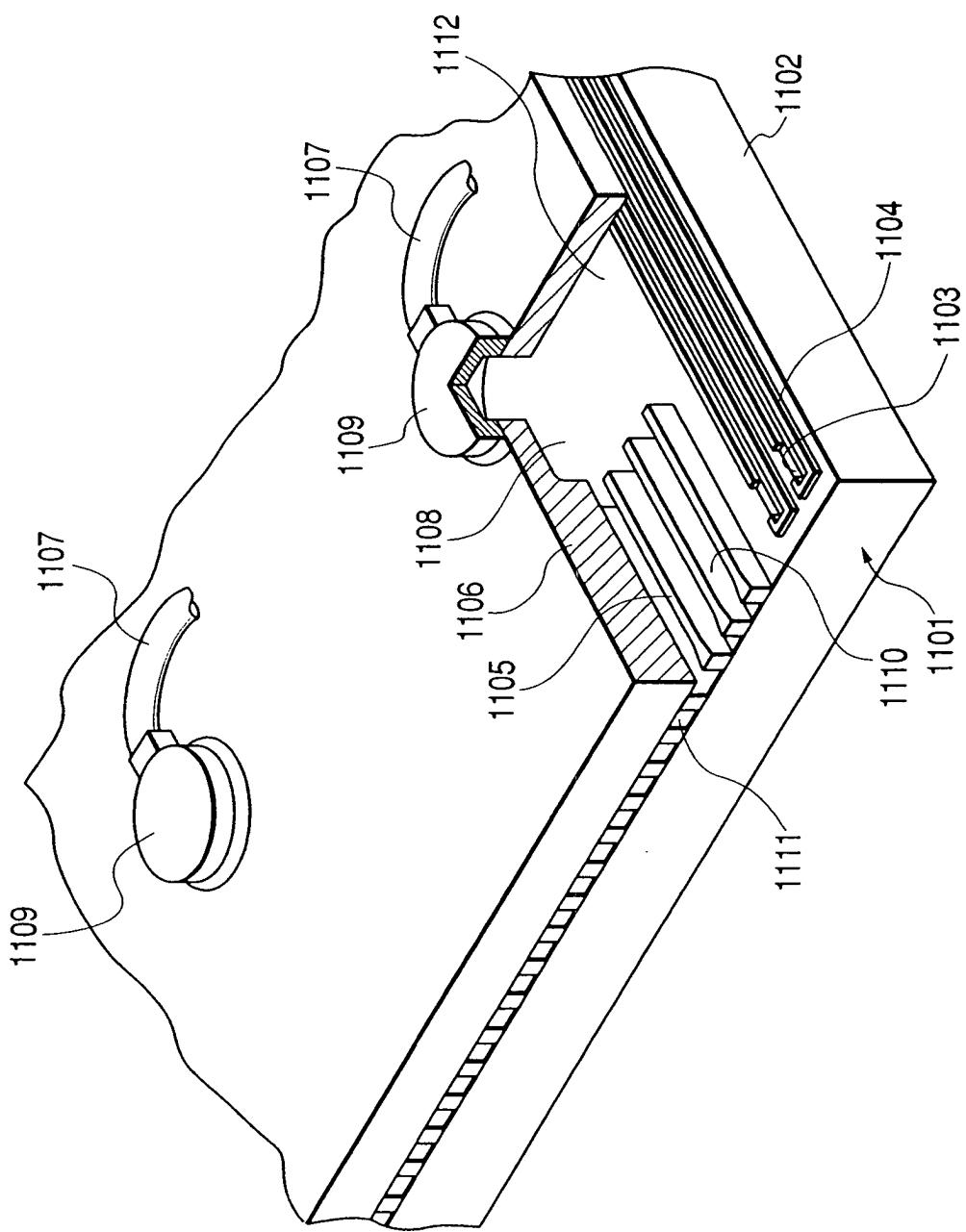


FIG. 5A

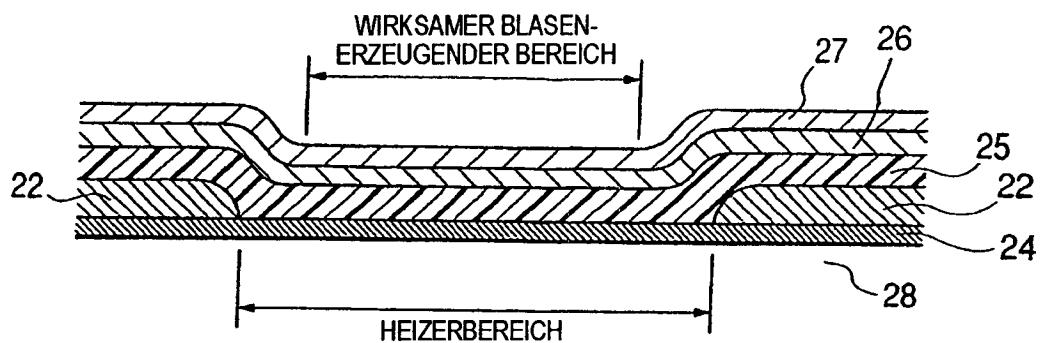


FIG. 5B1

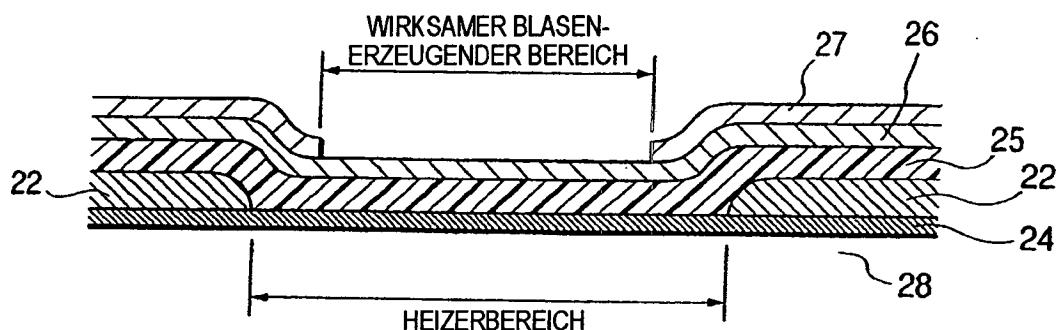


FIG. 5B2

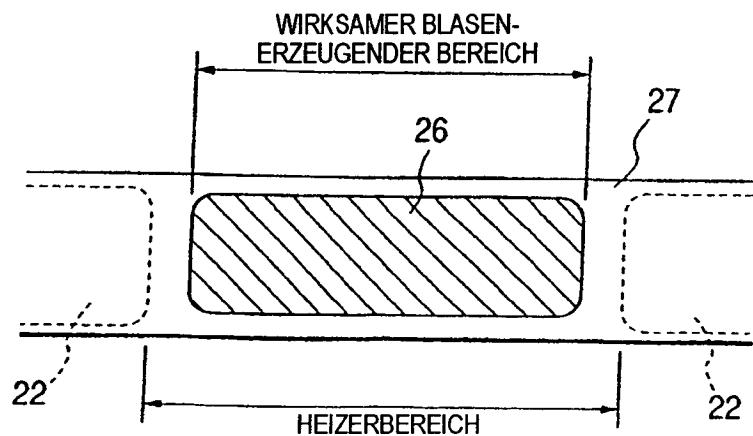


FIG. 6

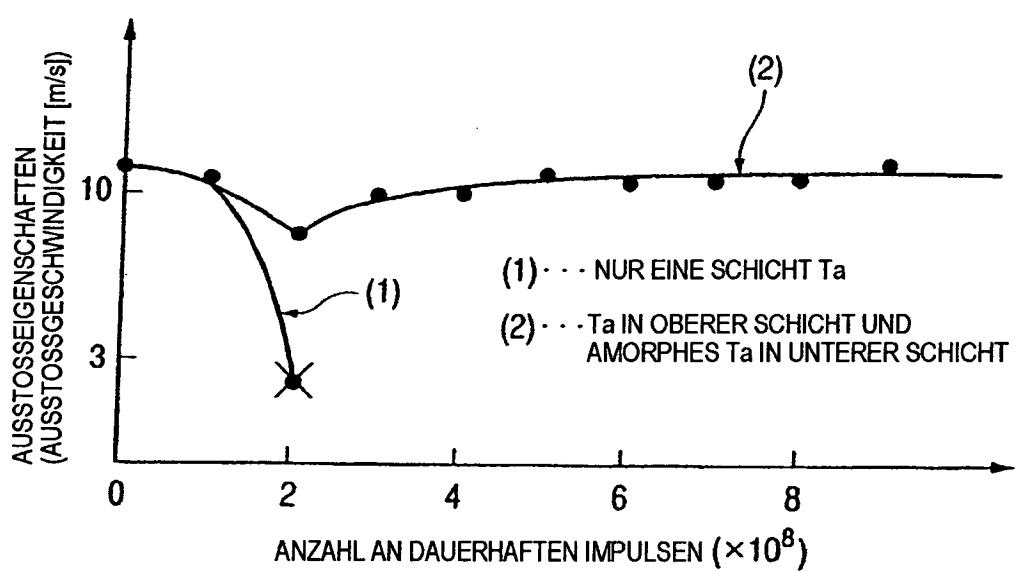


FIG. 7

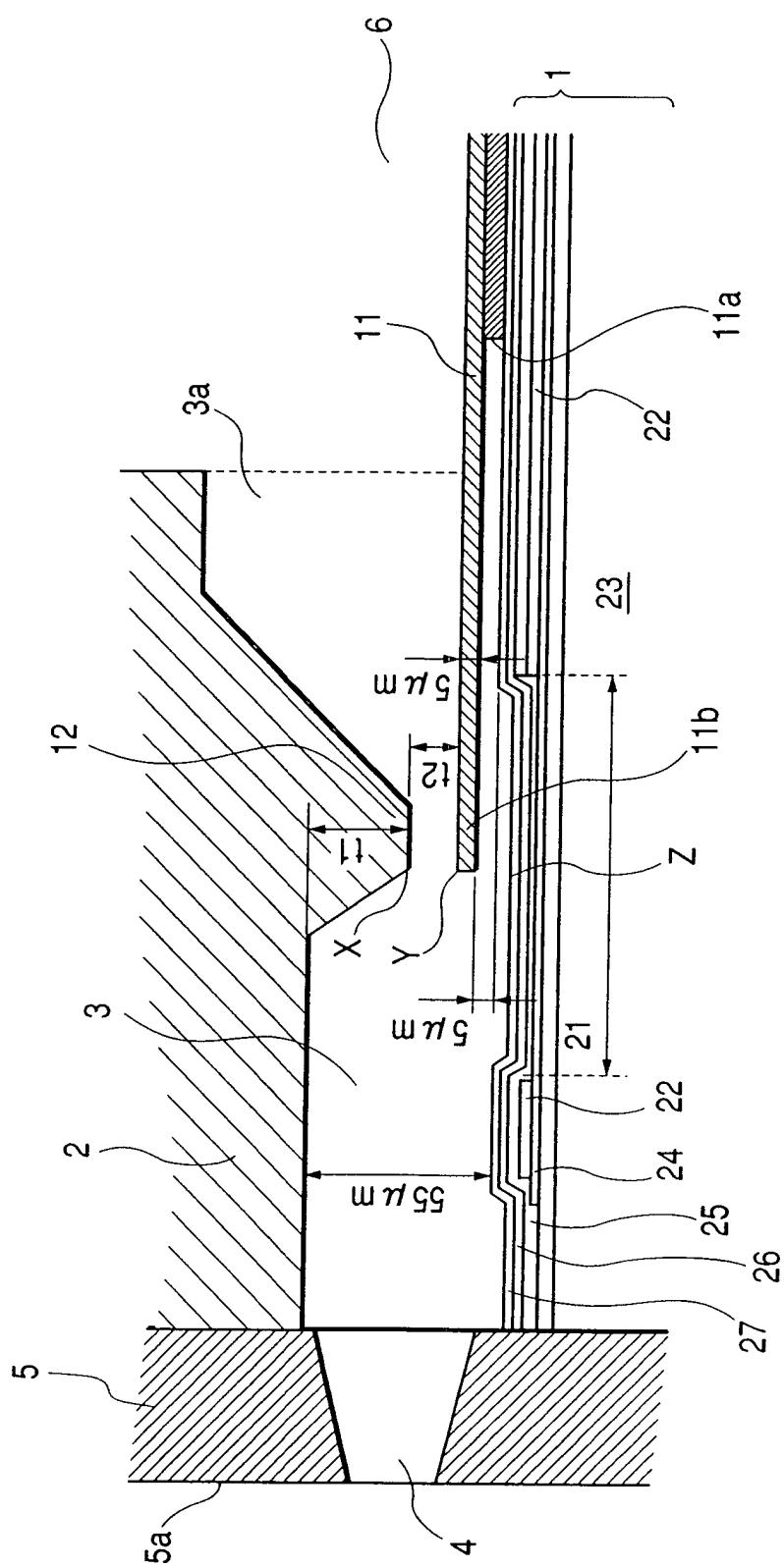


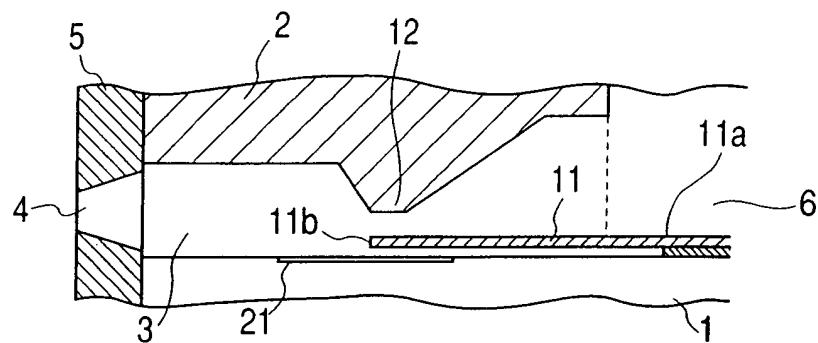
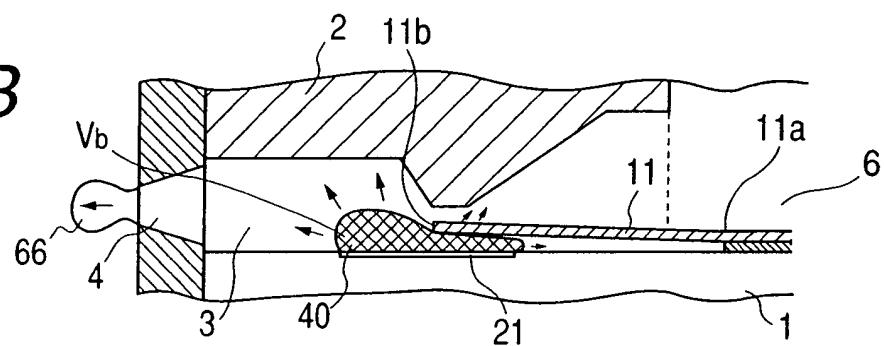
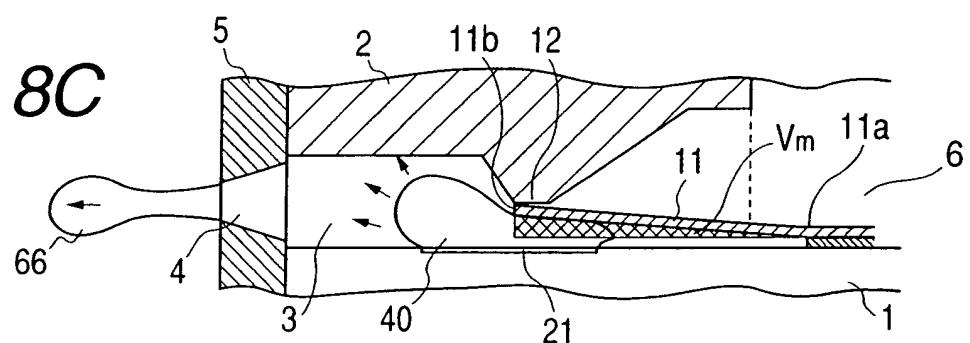
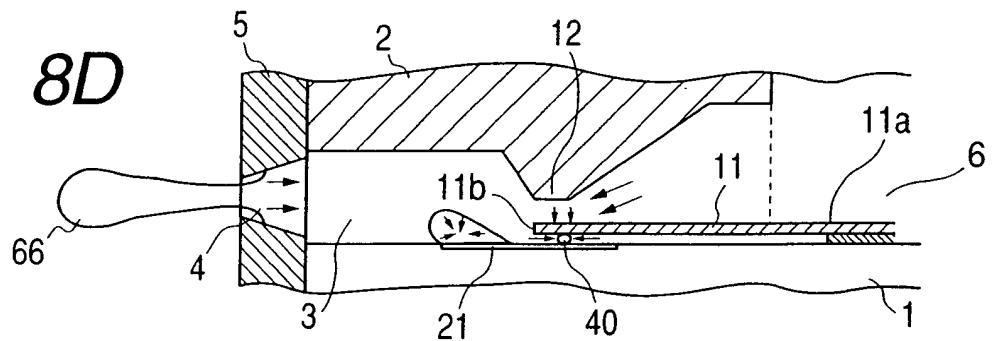
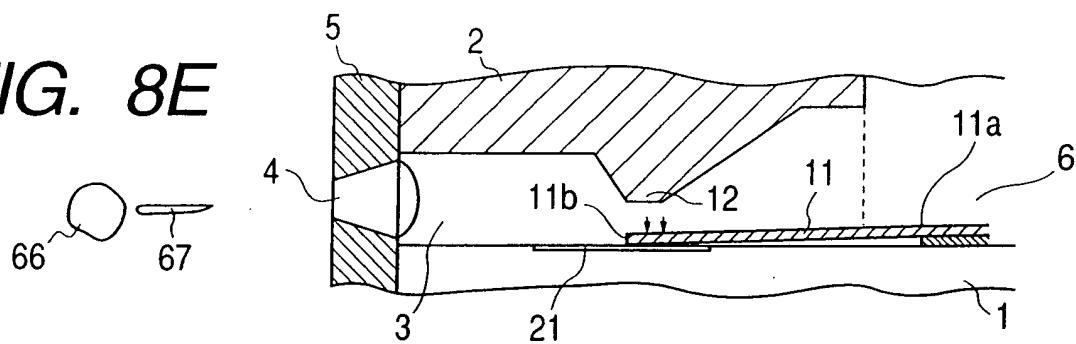
FIG. 8A**FIG. 8B****FIG. 8C****FIG. 8D****FIG. 8E**

FIG. 9

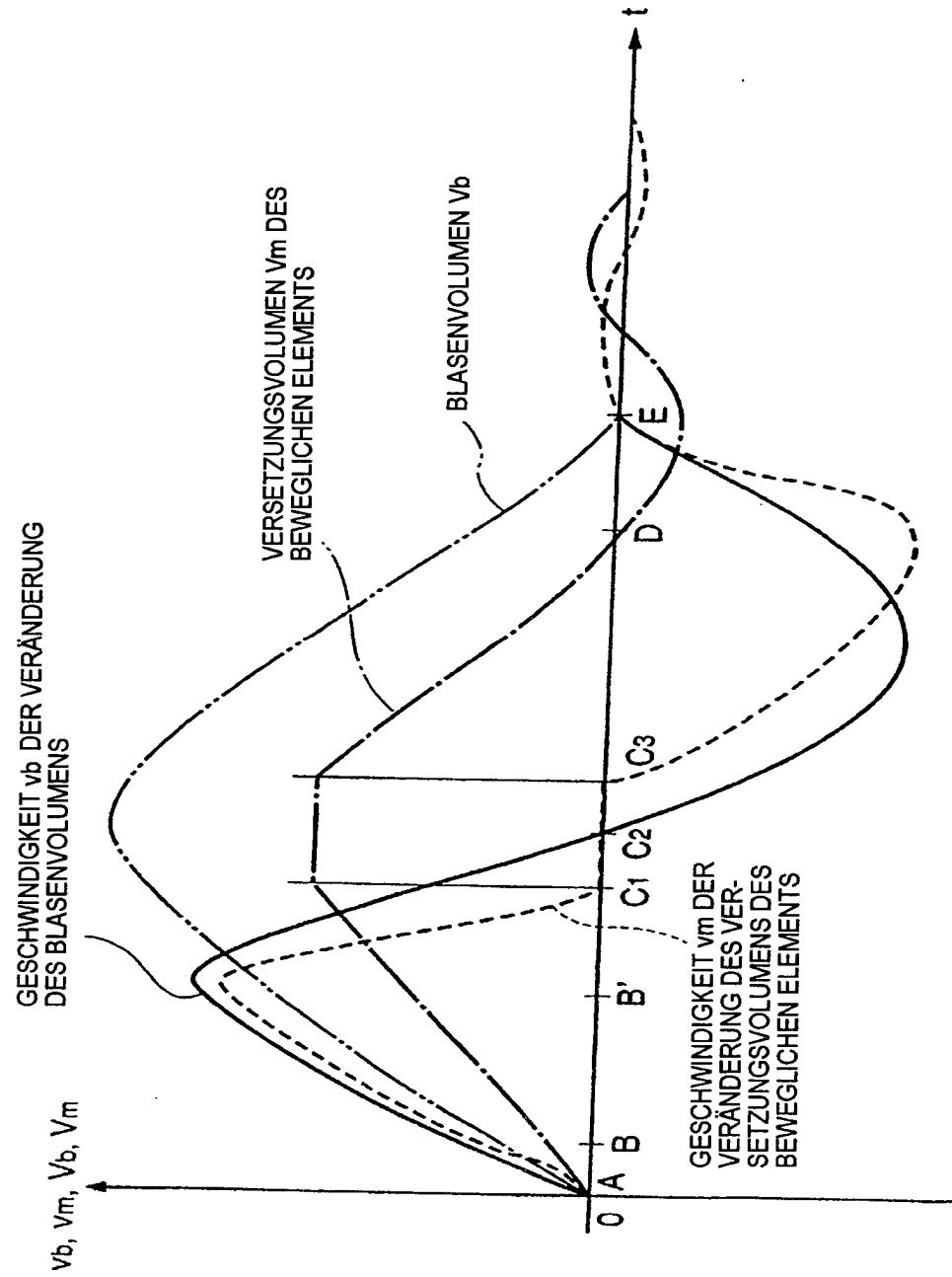


FIG. 10

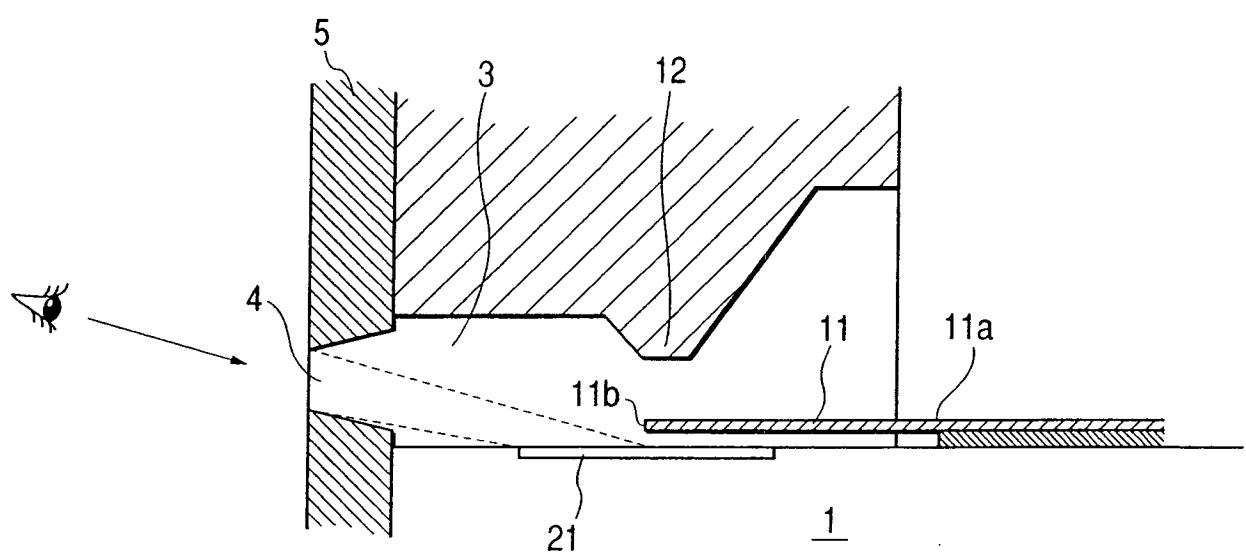


FIG. 11

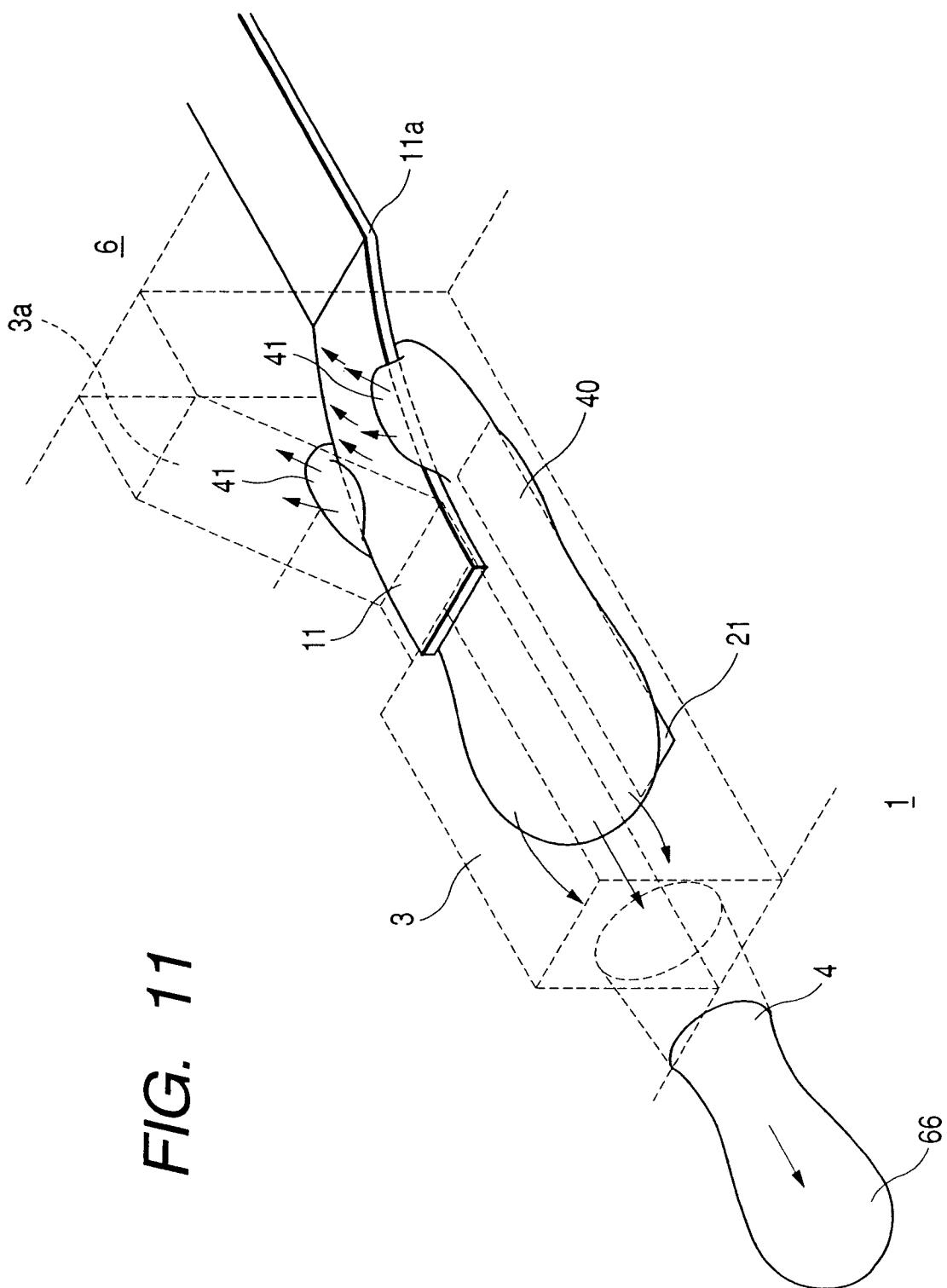


FIG. 12

