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

(10) **DE 698 36 617 T2** 2007.09.27

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 920 997 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 36 617.4**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 123 170.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **04.12.1998**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.06.1999**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **13.12.2006**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **27.09.2007**

(51) Int Cl.[8]: ***B41J 2/05*** (2006.01)
B41J 2/14 (2006.01)
B41J 2/16 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

33610297	**05.12.1997**	**JP**
33610497	**05.12.1997**	**JP**
33157698	**20.11.1998**	**JP**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH, DE, ES, FR, GB, IT, LI, NL, SE

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

(74) Vertreter:
TBK-Patent, 80336 München

(72) Erfinder:
Kubota, Masahiko, Ohta-ku, Tokyo, JP; Ogawa, Masariko, Ohta-ku, Tokyo, JP; Ikeda, Masami, Ohta-ku, Tokyo, JP; Saito, Ichiro, Ohta-ku, Tokyo, JP; Ishinaga, Hiroyuki, Ohta-ku, Tokyo, JP; Hiroki, Tomoyuki, Ohta-ku, Tokyo, JP; Imanaka, Yoshiyuki, Ohta-ku, Tokyo, JP; Ozaki, Teruo, Ohta-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Flüssigkeitsausstosskopf, Verfahren zur Herstellung desselben, Druckkopfkassette und Flüssigkeitsausstossgerät**

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

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

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfs zum Ausstoßen einer gewünschten Flüssigkeit durch Erzeugen einer Blase durch Einwirken von Wärmeenergie auf die Flüssigkeit, einen solchen Flüssigkeitsausstoßkopf, eine Druckkopfkassette, welche einen derartigen Flüssigkeitsausstoßkopf verwendet, und ein Flüssigkeitsausstoßgerät.

[0002] Die Erfindung kann auf eine Vorrichtung wie einen Drucker, ein Kopiergerät, ein Telefax mit einem Datenübertragungssystem und ein Textverarbeitungssystem mit einem Druckerabschnitt zum Bewirken von Aufzeichnung in bezug auf ein Aufzeichnungsmedium wie z. B. Papier, Garn, Fasern, Stoff, Leder, Metall, Kunststoff, Glas, Holz oder Keramik und dergleichen, und auf ein industrielles Aufzeichnungsgerät, das mit verschiedenen Verarbeitungsvorrichtungen auf eine zusammengesetzte Weise verknüpft ist, angewendet werden.

[0003] In dieser Patentbeschreibung bedeutet der Ausdruck "Aufzeichnen" nicht nur, daß ein Bild, wie z. B. ein Buchstabe oder eine Ziffer auf ein Aufzeichnungsmedium aufgebracht wird, sondern auch, daß ein Bild, wie z. B. ein Muster, das keine Bedeutung hat, auf ein Aufzeichnungsmedium aufgebracht wird.

Bemerkungen zum Stand der Technik

[0004] Es ist bereits ein Tintenstrahlaufzeichnungsverfahren (sogenanntes Bubble-Jet-Aufzeichnungsverfahren) bekannt, in welchem eine Zustandsveränderung, die eine plötzliche Volumenveränderung (Erzeugung einer Blase) aufweist, in der Tinte durch Zuführen von Wärmeenergie zu der Tinte verursacht wird, wobei die Tinte aus einer Ausstoßöffnung durch eine Wirkkraft, die auf der Zustandsveränderung beruht, ausgestoßen wird, wodurch ein Bild durch anhaftende Tinte auf dem Aufzeichnungsmedium ausgebildet wird. Ein Aufzeichnungsgerät, das ein derartiges Bubble-Jet-Aufzeichnungsverfahren verwendet, weist üblicherweise Ausstoßöffnungen zum Ausstoßen der Tinte, Tintenkanäle, die mit den Ausstoßöffnungen in Verbindung stehen, und Wärmeerzeugungskörper (elektrothermische Wandlerelemente) als Energieerzeugungselemente auf, die in den Tintenkanälen angeordnet sind und angepaßt sind, die Tinte auszustoßen, wie in den Dokumenten JP-61-59911 und JP-61-59914 offenbart ist.

[0005] Entsprechend dem vorstehend erwähnten Aufzeichnungsverfahren kann ein Bild von hoher Qualität bei hoher Geschwindigkeit und niedrigem Geräusch aufgezeichnet werden, und da die Ausstoßöffnungen in einem Druckkopf, welcher ein derartiges Aufzeichnungsverfahren bewirkt, mit hoher Dichte angeordnet werden können, kann ein aufgezeichnetes Bild mit hoher Auflösungsleistung und ein Farbbild auf leichte Weise mit einem kompakten Gerät erhalten werden. Daher wurde das Bubble-Jet-Aufzeichnungsverfahren in letzter Zeit auf verschiedene Büroausrüstungen wie Drucker, Kopiergeräte und Telefaxgeräte angewendet, und es wurde auch auf industrielle Systeme wie Bedruckungsvorrichtungen angewendet.

[0006] Andererseits kann in den herkömmlichen Bubble-Jet-Aufzeichnungsverfahren Ablagerung von Tinte auf dem Wärmeerzeugungselement angesammelt werden, da das Wärmeerzeugungselement wiederholt erhitzt wird, während es sich in Berührung mit der Tinte befindet. Ferner kann durch die Blasenausbildung durch direktes Erhitzen durch das Wärmeerzeugungselement kein guter Flüssigkeitsausstoß erreicht werden, wenn die auszustoßende Flüssigkeit zur Zersetzung neigt oder es bei ihr schwierig ist, eine ausreichende Blase zu erzeugen.

[0007] Der Anmelder hat ein Verfahren zum Ausstoßen von Ausstoßflüssigkeit durch Blasenbildung der Blasenbildungsflüssigkeit durch Wärmeenergie über eine flexible Membran, welche die blasenbildende Flüssigkeit von der Ausstoßflüssigkeit abtrennt, wie in dem Dokument JP-55-81172 offenbart ist, vorgeschlagen. In diesem Verfahren ist eine Beziehung zwischen der flexiblen Membran und der Blasenbildungsflüssigkeit derart, daß die flexible Membran an einem Teil einer Düse angeordnet ist. Im Gegensatz dazu ist eine Anordnung, in welcher eine große Membran zum Abteilen des ganzen Druckkopfs in einen oberen Abschnitt und einen unteren Abschnitt verwendet wird, in dem Dokument JP-59-26270 offenbart und entspricht dem Dokument EP-A-0100624. Die große Membran ist zwischen zwei Plattenelementen eingeklemmt, welche einen Flüssigkeitskanal begrenzen, um zu verhindern, daß sich Flüssigkeiten in zwei Flüssigkeitskanälen miteinander vermischen.

[0008] Andererseits wird ein Verfahren, in welchem die blasenbildende Flüssigkeit selbst ihre eigene Eigenschaft hat und Flüssigkeit mit einem niedrigeren Siedepunkt als dem der Ausstoßflüssigkeit unter Berücksichtigung der Blasenbildungseigenschaft als die blasenbildende Flüssigkeit verwendet wird, in dem Dokument JP-5-229122 offenbart, und ein Verfahren, in welchem leitfähige Flüssigkeit als die blasenbildende Flüssigkeit verwendet wird, ist in dem Dokument JP-4-329148 offenbart.

[0009] Sowohl diese Dokumente als auch das Dokument EP-A-0100624 offenbaren einen Flüssigkeitsausstoßkopf, welcher die Merkmale aufweist, die in dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zusammengefaßt sind.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Die Erfinder fanden jedoch beim Untersuchen der tatsächlichen Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs, bei welchem die vorstehend erwähnten Trennmembranen verwendet werden, die nachstehenden Probleme.

[0011] Da die Trennmembran zwischen einem Substrat mit einer Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen und einer Deckplatte zum Ausbilden einer gemeinsamen Flüssigkeitskammer angeordnet ist, wird das Anbringen der Membran kompliziert und die Membran kann während ihres Anbringens beschädigt werden, wenn eine verformbare Membran als einzelnes Teil gehandhabt wird.

[0012] Ferner ist es schwierig, die Membran an die gewünschten Stellen auf den Tintenkanälen und Heizelementen des Druckkopfs anzuheften und einen Bereich der Membran, der ein anderer ist als deren beweglicher Teil, fest anzuordnen, was eine Abweichung in dem Ausstoßvermögen von Teil zu Teil ergibt. Insbesondere wenn die Membran zum Erzielen eines Flüssigkeitsausstoßes bei hohem Niveau verwendet wird, während der Effekt, der durch die Trennfähigkeit der Membran erhalten wird, beibehalten werden soll, muß dieses Problem auf einfache Weise gelöst werden.

[0013] Ferner fanden die Erfinder von einem anderen Gesichtspunkt aus eine andere neue Aufgabenstellung, wenn die Flüssigkeit auf der Grundlage von Blasenbildung durch Filmsieden unter Verwendung einer organischen Membran und eines Wärmeerzeugungselements ausgestoßen wird. Es ergibt sich nämlich bei der praktischen Anwendung die Aufgabe der Verbesserung der Dauerhaftigkeit der Trennmembran selbst und des Tintenstrahlkopfs unter Berücksichtigung der Umstände der Erhitzung bei der Verlagerung der Membran durch eine Reihe von Zustandsveränderungen (Erzeugung der Blase, Anwachsen der Blase und Zusammenziehen der Blase).

[0014] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Flüssigkeitsausstoßkopf zu schaffen, welcher ein scharfes Bild von hoher Qualität aufzeichnen kann, und in welchem die vorstehend erwähnten Probleme gelöst werden können und Streuung in dem Ausstoßvermögen von Teil zu Teil vermindert ist, um die Zuverlässigkeit zu verbessern.

[0015] Weitere Ziele der vorliegenden Erfindung bestehen im Bereitstellen von damit verbundenen Erfindungen, wie z. B. einem Verfahren zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfs, einem Flüssigausstoßkopf, einer Druckkopfkassette und einem Flüssigkeitsausstoßgerät, die von den Erfindern im Zuge der Lösung der vorstehenden Probleme gemacht wurden.

[0016] Erfindungsgemäß wurden diese Ziele jeweils durch den Gegenstand der Ansprüche 1, 7, 8, 9 und 14 erreicht. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung werden in den Unteransprüchen abgegrenzt.

[0017] In einem Verfahren zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfs, der eine Deckplatte, die eine Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tintentröpfchen, eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen zum Zuführen von Tinte entsprechend der Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer zum Zuführen der Tinte zu den ersten Flüssigkeitskanälen aufweist, ein Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat, welches unter Ausbilden von zweiten Flüssigkeitskanälen erhalten wurde, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle angeordnet sind und Blasenerzeugungsbereiche aufweisen, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle auf einem Substrat, auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen zum Veranlassen der Tintenausstoßöffnung, Tintentröpfchen auszustoßen, angeordnet sind und welches Ansteuerungsvorrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente aufweist, und eine bewegliche Membran zur vollständigen Trennung der ersten Flüssigkeitskanäle und der zweiten Flüssigkeitskanäle aufweist, wobei diese durch die auf den Wärmeerzeugungselementen erzeugten Blasen verlagerbar ist, werden ein Schritt zum Anordnen der beweglichen Membran auf einem Träger zum Ausbilden der beweglichen

Membran, ein Schritt zum Ausbilden von Befestigungsabschnitten für die bewegliche Membran auf der beweglichen Membran zum Befestigen der beweglichen Membran und ein Schritt zum Entfernen des Trägers bereitgestellt.

[0018] Nach dem vorstehend erwähnten Herstellungsverfahren für den Flüssigkeitsausstoßkopf werden die Membranen nicht allein gehandhabt, da die beweglichen Membranen zusammen mit den Abschnitten zum Befestigen der beweglichen Membranen aus einem Stück bestehen.

[0019] Dementsprechend kann ein Verfahren zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfs bereitgestellt werden, in welchem die vorstehend erwähnten Probleme gelöst werden können und die Abweichung in dem Ausstoßvermögen von Teil zu Teil vermindert ist, um die Zuverlässigkeit zu verbessern.

[0020] Um das vorstehende zweite Ziel zu erreichen, hat erfindungsgemäß in einem Flüssigkeitsausstoßkopf, der eine Deckplatte, die eine Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tintentröpfchen, eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen zum Zuführen von Tinte entsprechend der Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer zum Zuführen der Tinte zu den ersten Flüssigkeitskanälen aufweist, ein Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat, welches unter Ausbilden von zweiten Flüssigkeitskanälen erhalten wurde, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle angeordnet sind und Blasenerzeugungsbereiche aufweisen, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle auf einem Substrat, auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen zum Veranlassen der Tintenausstoßöffnung, Tintentröpfchen auszustoßen, angeordnet sind, und welches Ansteuerungsvorrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente aufweist, und eine bewegliche Membran zur vollständigen Trennung der ersten Flüssigkeitskanäle und der zweiten Flüssigkeitskanäle aufweist, wobei diese durch die auf den Wärmeerzeugungselementen erzeugten Blasen verlagerbar ist, die bewegliche Membran einen Rahmen, der an der beweglichen Membran anliegt, um die bewegliche Membran zu stützen.

[0021] Entsprechend dem vorstehend erwähnten Flüssigkeitsausstoßkopf ist, da der Rahmen angeordnet ist, der an der beweglichen Membran anliegt, während der Herstellung, wenn mit der beweglichen Membran hantiert wird, genügend Festigkeit abgesichert, um eine Beschädigung der beweglichen Membran zu verhindern, und es kann ein Ausrichten beim Zusammenbau auf leichte Weise und genau erreicht werden. Ferner gibt es keine Abweichung von Teil zu Teil und keine Abweichung in Abhängigkeit von den Verwendungsbedingungen, da die Abschnitte (die durch den Rahmen zu fixierten Enden (nicht verlagert) während der Verlagerung der beweglichen Membran werden) der Membran sicher als fixierte Enden ohne Angrenzen zwischen der Deckplatte und dem Substrat wirken, wodurch die Ausstoßeigenschaften stabilisiert werden und ein sehr scharfes Bild aufgezeichnet wird.

[0022] Entsprechend einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung sind in einem Flüssigkeitsausstoßkopf, der eine Deckplatte, die eine Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Tintentröpfchen, eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen zum Zuführen von Tinte entsprechend der Vielzahl von Tintenausstoßöffnungen und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer zum Zuführen der Tinte zu den ersten Flüssigkeitskanälen aufweist, ein Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat, welches unter Ausbilden von zweiten Flüssigkeitskanälen erhalten wurde, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle angeordnet sind und Blasenerzeugungsbereiche aufweisen, die angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle auf einem Substrat, auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen zum Veranlassen der Tintenausstoßöffnung, Tintentröpfchen auszustoßen, angeordnet sind, und welches Ansteuerungsvörrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente aufweist, und eine bewegliche Membran zur vollständigen Trennung der ersten Flüssigkeitskanäle und der zweiten Flüssigkeitskanäle aufweist, wobei diese durch die auf den Wärmeerzeugungselementen erzeugten Blasen verlagerbar ist, die Deckplatte, das Kopfsubstrat, Abschnitte der beweglichen Membran, die an der Deckplatte anliegen, und das Kopfsubstrat aus Material ausgebildet, das die gleichen Elemente aufweist.

[0023] Entsprechend dem vorstehend erwähnten Flüssigkeitsausstoßkopf sind die Deckplatte, das Kopfsubstrat und Abschnitte der beweglichen Membran, welche an der Deckplatte und dem Kopfsubstrat anliegen, aus Material ausgebildet, welches die gleichen Elemente aufweist. Folglich kann, selbst wenn der Zusammenbau unter Hochtemperaturbedingung ausgeführt wird, wenn die Deckplatte, das Kopfsubstrat und die bewegliche Membran zusammengesetzt werden, verhindert werden, daß die beweglichen Abschnitte der Membran aus den Flüssigkeitskanälen hinaus abgelenkt werden. Weiterhin werden die Lagen der Deckplatte, des Kopfsubstrats und der beweglichen Membran nicht verschoben, da die während des Betriebs in dem Druckkopf angesammelte Wärme in gleichem Maße auf die Deckplatte, das Kopfsubstrat und die anliegenden Abschnitte der beweglichen Membran einwirkt. Folglich kann ein sehr scharfes Ausgabebild erhalten werden, da die beweg-

lichen Abschnitte und die fest angeordneten Abschnitte der beweglichen Membran sicher als die beweglichen und die fest angeordneten Abschnitte betrieben werden können.

[0024] In dieser Patentbeschreibung werden die Begriffe "stromaufwärts" und "stromabwärts" hinsichtlich einer Flüssigkeitsströmungsrichtung von einer Flüssigkeitszuführungsquelle durch den blasenbildenden Bereich (oder das bewegliche Element) bis zu der Ausstoßöffnung verwendet, oder sie werden als Darstellung bezüglich der Aufbaurichtung verwendet.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals,

[0026] Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 1 im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen,

[0027] Fig. 3A, Fig. 3B und Fig. 3C zeigen Ansichten zur Darstellung von Schritten zur Herstellung einer Deckplatte, welche den Flüssigkeitsausstoßkopf entsprechend der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausbildet,

[0028] Fig. 4A, Fig. 4B und Fig. 4C zeigen erklärende Ansichten zur Darstellung eines Herstellungsverfahrens für die Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßsubstrats, welches den Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausbildet, und einen Zustand, in dem die Deckplatte mit dem Flüssigkeitsausstoßsubstrat verbunden ist,

[0029] Fig. 5A, Fig. 5B und Fig. 5C zeigen schematische Schnittansichten zur Darstellung von Schritten zur Ausbildung von Öffnungen in der Deckplatte, welche den erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopf ausbildet,

[0030] Fig. 6A, Fig. 6B, Fig. 6C, Fig. 6D und Fig. 6E zeigen schematische Schnittansichten (im Schnitt entlang der Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Erklärung des Flüssigkeitsausstoßes aus dem Ausstoßkopf von Fig. 1 in Zeitrafferweise,

[0031] Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals,

[0032] Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 7 im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen,

[0033] Fig. 9A, Fig. 9B und Fig. 9C zeigen erklärende Ansichten zur Darstellung eines Herstellungsverfahrens zum Herstellen eines Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats, das den Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausbildet, und einen Zustand, in dem die Deckplatte mit dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat verbunden ist,

[0034] Fig. 10A, Fig. 10B, Fig. 10C und Fig. 10D zeigen schematische Schnittansichten zur Erklärung eines Verfahrens zur Herstellung einer Trennmembran mit anliegenden Abschnitten des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0035] Fig. 11A, Fig. 11B, Fig. 11C, Fig. 11D und Fig. 11E zeigen schematische Schnittansichten zur Erklärung eines anderen Verfahrens zur Herstellung einer Trennmembran mit anliegenden Abschnitten des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0036] Fig. 12A zeigt eine perspektivische Ansicht einer Trennmembran des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die mit anliegenden Abschnitten einstückig ausgebildet ist, und Fig. 12B zeigt eine schematische Ansicht zur Darstellung eines Zustands, daß eine Vielzahl von Trennmembranen, die einstückig mit anliegenden Abschnitten ausgebildet sind, auf einem Siliziumwafer ausgebildet sind, um eine Vielzahl von Membranen auf einmal zu erhalten,

[0037] Fig. 13A, Fig. 13B, Fig. 13C, Fig. 13D und Fig. 13E zeigen erklärende Ansichten zur Erklärung einer Arbeitsweise des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0038] Fig. 14A, Fig. 14B, Fig. 14C und Fig. 14D zeigen Ansichten zur Erklärung einer Anordnungsbeziehung zwischen einem Wärmeerzeugungselement, einem zweiten Flüssigkeitskanal und einem anliegenden Element des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 13A bis Fig. 13E, worin Fig. 14A eine Ansicht zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen dem Wärmeerzeugungselement und dem zweiten Flüssigkeitskanal, Fig. 14B eine Draufsicht des anliegenden Elements, Fig. 14C eine Ansicht zur Darstellung einer Anordnungsbeziehung zwischen dem Wärmeerzeugungselement, dem zweiten Flüssigkeitskanal und dem anliegenden Element und Fig. 14D eine Ansicht zur Darstellung eines verlagerbaren Bereichs der beweglichen Trennmembran zeigt,

[0039] Fig. 15 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals,

[0040] Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 15 im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen,

[0041] Fig. 17A, Fig. 17B, Fig. 17C und Fig. 17D zeigen schematische Schnittansichten zur Erläuterung eines Verfahrens zur Herstellung einer Trennmembran des Flüssigkeitsausstoßkopfs, die mit anliegenden Abschnitten in einem Stück ausgebildet ist, gemäß der dritten Ausführungsform,

[0042] Fig. 18A und Fig. 18B zeigen perspektivische Ansichten der Trennmembran des Flüssigkeitsausstoßkopfs, die mit anliegenden Abschnitten in einem Stück ausgebildet ist, gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0043] Fig. 19A, Fig. 19B und Fig. 19C zeigen erklärende Ansichten zur Erklärung einer Betriebsweise des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung,

[0044] Fig. 20A1, Fig. 20A2, Fig. 20B1, Fig. 20B2, Fig. 20C1, Fig. 20C2, Fig. 20D1 und Fig. 20D2 zeigen der Reihe nach erklärende Ansichten zur Erläuterung von Schritten zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 20A1, Fig. 20B1, Fig. 20C1 und Fig. 20D1 perspektivische Ansichten sind und Fig. 20A2, Fig. 20B2, Fig. 20C2 und Fig. 20D2 Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen sind und den perspektivischen Ansichten entsprechen,

[0045] Fig. 21 zeigt eine Schnittansicht zur Darstellung eines Beispiels eines Abschnitts, der einem Wärmeerzeugungselementabschnitt (Blasenerzeugungsbereich) eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats entspricht,

[0046] Fig. 22 zeigt eine schematische Schnittansicht zur Erläuterung eines Beispiels eines Längsschnitts des Hauptbauelements des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats,

[0047] Fig. 23A, Fig. 23B, Fig. 23C, Fig. 23D und Fig. 23E zeigen Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zum Erläutern eines grundlegenden Ausstoßmodells, um die Ausstoßleistung des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs zu verbessern,

[0048] Fig. 24A, Fig. 24B, Fig. 24C, Fig. 24D und Fig. 24E zeigen Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zum Erläutern eines grundlegenden Ausstoßmodells, um die Ausstoßleistung des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs zu verbessern,

[0049] Fig. 25A, Fig. 25B und Fig. 25C zeigen Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zum Erläutern von Verlagerungsschritten der beweglichen Trennmembran, um die Ausstoßleistung des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopf zu verbessern,

[0050] Fig. 26A, Fig. 26B und 16C zeigen Ansichten zur Darstellung einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken einer beweglichen Trennmembran, worin Fig. 26A eine Schnittansicht im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands, Fig. 26B eine Schnittansicht im Schnitt entlang der Richtung des Flüssigkeitskanals zur Darstellung eines blasenbildenden (Ausstoß-)Zustands und Fig. 26C eine Ansicht zur Darstellung eines zweiten Flüssigkeitskanals zeigt,

[0051] Fig. 27A und Fig. 27B zeigen Ansichten zur Darstellung einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken der beweglichen Trennmembran,

worin Fig. 27A eine Schnittansicht im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 27B eine Schnittansicht im Schnitt entlang der Richtung des Flüssigkeitskanals zur Darstellung eines blasenbildenden (Ausstoß-)Zustands zeigt,

[0052] Fig. 28A und Fig. 28B zeigen Ansichten im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals zur Darstellung einer Abwandlung des in Fig. 27A und Fig. 27B dargestellten Flüssigkeitsaustauschkopfs, worin Fig. 28A eine Ansicht zur Darstellung eines Abschnitts einer Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals, der stufenförmig ausgebildet ist, und Fig. 28B eine Ansicht zur Darstellung eines Abschnitts einer Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals zeigt, der so ausgebildet ist, daß er einen gewissen Krümmungsradius hat,

[0053] Fig. 29A und Fig. 29B zeigen Ansichten zur Darstellung einer dritten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken einer beweglichen Trennmembran, worin Fig. 29A eine Draufsicht zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen einem zweiten Flüssigkeitskanal und einem Wärmeerzeugungselement und Fig. 29B eine perspektivische Ansicht zur Darstellung der Lagebeziehung von Fig. 29A zeigt,

[0054] Fig. 30A, Fig. 30B, Fig. 30C, Fig. 30D und Fig. 30E zeigen Ansichten zur Erläuterung eines Ausstoßvorgangs des in Fig. 29A und Fig. 29B dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs auf Zeitrafferweise, worin (A) in Fig. 30A bis Fig. 30E Schnittansichten im Schnitt entlang einer Linie B-B in Fig. 29A, (B) in Fig. 30A bis Fig. 30E Schnittansichten im Schnitt entlang einer Linie A-A in Fig. 29A und (C) in Fig. 30A bis Fig. 30E Schnittansichten entlang einer Linie C-C in Fig. 29A zeigen,

[0055] Fig. 31A, Fig. 31B und Fig. 31C zeigen Ansichten zur Darstellung einer Abwandlung des in Fig. 29A und Fig. 29B dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs, wobei Fig. 31A eine Ansicht zur Darstellung eines Zustands, daß eine Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals nahe einem Wärmeerzeugungselement von einer Zugangsseite zu einer Abgangsseite stufenförmig zunimmt, zeigt, Fig. 31B eine Ansicht zur Darstellung eines Zustands, daß eine Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals nahe einem Wärmeerzeugungselement allmählich zunimmt, um einen gewissen Krümmungsradius von einer Zugangsseite zu einer Abgangsseite zu haben, zeigt und Fig. 31C eine Ansicht zur Darstellung eines Zustands, daß eine Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals nahe einem Wärmeerzeugungselement allmählich zunimmt, um einen Krümmungsradius umgekehrt zu dem von Fig. 31B von einer Abgangsseite zu einer Zugangsseite zu haben, zeigt,

[0056] Fig. 32 zeigt eine Schnittansicht im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals zur Darstellung einer vierten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken einer beweglichen Trennmembran,

[0057] Fig. 33A, Fig. 33B, Fig. 33C und Fig. 33D zeigen erklärende Ansichten zum Erläutern einer Betriebsweise des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 32,

[0058] Fig. 34 zeigt eine Draufsicht zur Erläuterung eines Aufbaus eines zweiten Flüssigkeitskanals des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 32 und Fig. 33A bis Fig. 33D zur Darstellung des zweiten Flüssigkeitskanals bei weggelassener beweglicher Trennmembran,

[0059] Fig. 35 zeigt eine Schnittansicht im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkanals zur Darstellung einer fünften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken der beweglichen Trennmembran zur Darstellung eines Blasenbildungszustands,

[0060] Fig. 36A, Fig. 36B, Fig. 36C und Fig. 36D zeigen erklärende Ansichten zur Erläuterung einer Arbeitsweise des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 35,

[0061] Fig. 37 zeigt eine Schnittansicht im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals zur Darstellung einer sechsten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken der beweglichen Trennmembran zur Darstellung eines Blasenbildungszustands,

[0062] Fig. 38A und Fig. 38B zeigen Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals zur Darstellung eines Beispiels, in welchem die vorliegende Erfindung auf einen Flüssigkeitsausstoßkopf angewendet wird, in welchem eine Ausstoßöffnung an einer Abgangsseite eines Blasenerzeugungsbereichs angeordnet ist, um Flüssigkeit in einer Richtung senkrecht zu einer Richtung, entlang welcher die Flüssigkeit durch einen ersten Flüssigkeitskanal fließt, auszustoßen, wobei Fig. 38A eine Ansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 38B eine Ansicht zur Darstellung eines blasenbildenden Zu-

stand zeigt,

[0063] Fig. 39 zeigt eine auseinandergezogene perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsausstoßkopfkassette, auf welche die vorliegende Erfindung angewendet werden kann,

[0064] Fig. 40 zeigt eine schematische Ansicht des Aufbaus eines Flüssigkeitsausstoßgeräts, auf welches die vorliegende Erfindung angewendet werden kann,

[0065] Fig. 41A, Fig. 41B, Fig. 41C, Fig. 41D, Fig. 41E und Fig. 41F zeigen Ansichten zur Darstellung der grundlegenden chemischen Formeln von Poly-p-Xylylen (PPX) entsprechend der vorliegenden Erfindung,

[0066] Fig. 42A, Fig. 42B und Fig. 42C zeigen erklärende Ansichten zur Darstellung der Veränderung im Material in einem Reaktionsprozeß, wenn eine Trennmembran aus Poly-p-Xylylen von Fig. 41A allein ausgebildet wird,

[0067] Fig. 43A und Fig. 43B zeigen erklärende Ansichten zur Darstellung einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken der beweglichen Trennmembran, wobei Fig. 43A eine Ansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 43B eine Ansicht zur Darstellung eines blasenbildenden (Ausstoß-)Zustands zeigt, und

[0068] Fig. 44A und Fig. 44B zeigen erklärende Ansichten zur Darstellung einer anderen Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit einer Vorrichtung zum Lenken der beweglichen Trennmembran, wobei Fig. 44A eine Ansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 44B eine Ansicht zur Darstellung eines blasenbildenden (Ausstoß-)Zustands zeigt.

BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0069] Nachstehend wird die vorliegende Erfindung in Verbindung mit deren Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

(Erste Ausführungsform)

[0070] Fig. 1 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals, und Fig. 2 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 1 im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl der Flüssigkeitskanäle.

[0071] In dem Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der ersten Ausführungsform sind zweite Flüssigkeitskanäle **4** für die Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1**, auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen **2** zum Einbringen von Wärmeenergie für die Erzeugung von Blasen in Flüssigkeit angeordnet sind, angeordnet, und erste Flüssigkeitskanäle **3** (zum Ausstoßen von Flüssigkeit), die mit Ausstoßöffnungen **11** in Verbindung stehen, sind auf den zweiten Flüssigkeitskanälen angeordnet. Die ersten und zweiten Flüssigkeitskanäle entsprechen dem jeweiligen Wärmeerzeugungselement **2**.

[0072] Eine bewegliche Trennmembran **5**, die aus anorganischem Material hergestellt ist und Elastizität aufweist, ist zwischen den ersten und zweiten Flüssigkeitskanälen so angeordnet, daß die Ausstoßflüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanälen **3** vollständig von der Blasenbildungsflüssigkeit in den zweiten Flüssigkeitskanälen **4** isoliert ist. Die Ausstoßflüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanälen **3** und die Blasenbildungsflüssigkeit in den zweiten Flüssigkeitskanälen **4** werden aus jeweiligen Zuführungswegen zugeführt.

[0073] Die Ausstoßflüssigkeit wird aus einem Tintenbehälter (weiter nachstehend beschrieben) einer ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer zugeführt und aus den Ausstoßöffnungen durch die ersten Flüssigkeitskanäle, die der Vielzahl von jeweiligen Wärmeerzeugungselementen entsprechen, ausgestoßen. Andererseits wird Blasenbildungsflüssigkeit einer zweiten gemeinsamen Flüssigkeitskammer zugeführt und in die zweiten Flüssigkeitskanäle eingefüllt, die der Vielzahl von jeweiligen Wärmeerzeugungselementen entsprechen. In der abgebildeten Ausführungsform strömt die Blasenbildungsflüssigkeit wie durch die Pfeile in Fig. 1 dargestellt und wird durch einen Flüssigkeitsbewegungsweg hindurch (nicht dargestellt) bewegt oder zirkuliert in diesem.

[0074] Die ersten Flüssigkeitskanäle **3**, die mit den Ausstoßöffnungen **11** in Verbindung stehen, werden durch Anfügen einer Deckplatte **6** an das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** ausgebildet. Die Deckplatte **6** ist ent-

sprechend der erläuterten Ausführungsform aus einer Mündungsplatte mit den Ausstoßöffnungen **11**, einer Vielzahl von Flüssigkeitskanalwänden **3a** zum Begrenzen der Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen **3** und einem Flüssigkeitskammergehäuse, das eine erste gemeinsame Flüssigkeitskammer **143** begrenzt, die mit der Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen **3** gemeinsam in Verbindung steht, um den ersten Flüssigkeitskanälen **3** Flüssigkeit (Ausstoßflüssigkeit) zuzuführen, ausgebildet.

[0075] Der Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der dargestellten Ausführungsform hat die Eigenschaft, daß das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1**, die bewegliche Trennmembran **5** und die Deckplatte **6** aus Material ausgebildet sind, welches die gleichen Elemente aufweist, wie z. B. das Element Silizium.

[0076] Nachstehend wird zuerst ein Verfahren zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs entsprechend der dargestellten Ausführungsform erläutert. Fig. 3A–Fig. 3C bis Fig. 5A–Fig. 5C zeigen schematische Ansichten zur Erläuterung des Verfahrens zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs. Dieses Verfahren weist jedoch nicht alle von den Merkmalen der Erfindung auf.

[0077] Zuerst wird unter Bezugnahme auf Fig. 3A bis Fig. 3C ein Verfahren zur Herstellung der Deckplatte kurz beschrieben.

[0078] Wie in Fig. 3A dargestellt ist, wird zuallererst, nachdem durch thermische Oxidation ausgebildete SiO_2-Filme **13** mit einer Dicke von ungefähr 1 µm an beiden Oberflächen eines Siliziumwafers (Si-Substrat) ausgebildet wurden, ein Abschnitt zum Begrenzen der gemeinsamen Flüssigkeitskammer unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, gemustert. Dann wird auf dem Film **13** ein SiN-Film **14** (Material für die Düsen) mit einer Dicke von ungefähr 30 µm durch ein Mikrowellen-CVD-Verfahren (nachstehend hier als "µW-CVD-Verfahren" bezeichnet) ausgebildet. Als Gas für die Ausbildung des SiN-Films kann bei dem µW-CVD-Verfahren Mischgas aus Monosilan (SiH_4), Stickstoff (N_2) und Argon (Ar) verwendet werden. Bestandteile des verwendeten Gases können sowohl Disilan (Si_2H_6) und/oder Ammoniak (NH_3) als auch das vorstehende Gas sein.

[0079] In der dargestellten Ausführungsform wird der SiN-Film unter Hochvakuum von 5 mTorr unter Verwendung von Mikrowellen mit einer Leistung von 1,5 kW und unter Zuführung von $SiH_4/N_2/Ar$ mit einer Strömungsgeschwindigkeit von 100/100/40 sccm ausgebildet. Der SiN-Film kann mit anderen Verhältnissen der Bestandteile und durch ein CVD-Verfahren unter Verwendung einer HF-Energiequelle ausgebildet werden.

[0080] Dann werden, wie in Fig. 3B dargestellt ist, Mündungsabschnitte und Flüssigkeitskanalabschnitte durch Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, gemustert, und es wird Ätzen ausgeführt, um unter Verwendung einer Ätzvorrichtung, die dielektrisch gekoppeltes Plasma verwendet, eine Grabenstruktur zu erhalten.

[0081] Danach wird, wie in Fig. 3C dargestellt ist, unter Verwendung von Tetra-Methyl-Ammoniumhydroxid (nachstehend als "TMAH" bezeichnet) Durchätzen der Siliziumhalbleiterscheibe bewirkt, um die Siliziumdeckplatte **6** in einem Stück mit den Mündungen auszubilden, wie in Fig. 1 dargestellt ist.

[0082] Als nächstes wird unter Bezugnahme auf Fig. 4A bis Fig. 4C ein Verfahren zur Herstellung des Kopfsubstrats und der beweglichen Membran erläutert.

[0083] Zuallererst wird, wie in Fig. 4A dargestellt ist, ein PSG(Phosphorsilikatglas)-Film **17** mit einer Dicke von ungefähr 5 µm auf einem Bauelementsubstrat **16** (weiter nachstehend beschrieben) unter Verwendung eines Plasma-CVD-Verfahrens ausgebildet. In der dargestellten Ausführungsform ist es wünschenswert, da die Dicke des PSG-Films letzten Endes die Höhen der zweiten Flüssigkeitskanäle bestimmt, unter Berücksichtigung des Gleichgewichts der Gesamtheit der Flüssigkeitskanäle, das von den Bedingungen der Flüssigkeitszuführung zu den zweiten Flüssigkeitskanälen abhängt, daß die Dicke als ein Wert ausgewählt wird, bei dem die beste Wirksamkeit des beweglichen Elements erreicht wird.

[0084] Dann werden, wie in Fig. 4B dargestellt ist, Abschnitte des PSG-Films, die andere Abschnitte als Abschnitte sind, welche die zweiten Flüssigkeitskanäle und die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer begrenzen, unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, gemustert, und es wird ein SiN-Film **18** (der die Trennmembran zwischen den ersten Flüssigkeitskanälen und den zweiten Flüssigkeitskanälen definiert) mit einer Dicke von ungefähr 1 µm auf dem PSG-Film ausgebildet. Dieser SiN-Film wird allgemein in einem Halbleiterverfahren verwendet und hat eine gute Beständigkeit gegenüber alkalischen Stoffen, gute chemische Stabilität und gute Beständigkeit gegenüber Tinte. Als Zusammensetzung des SiN-Films

ist Si_3N_4 am besten, aber hinsichtlich der Wirksamkeit des beweglichen Elements kann Si:N gleich 1 1 bis 1,5 gewählt werden. Ferner kann vom Gesichtspunkt ausgezeichneter Beständigkeit gegenüber alkalischen Stoffen, chemischer Stabilität und Beständigkeit gegenüber Tinte SiC anstelle von SiN verwendet werden. Es ist eine Dicke der beweglichen Membran, welche aus anorganischem Material wie SiN hergestellt ist, von 1.000 Å–1 µm (im Fall von SiN) in Abhängigkeit von den Materialien wünschenswert.

[0085] Eine rückwärtige Fläche des Elementsubstrats **16** betreffend werden, nachdem der SiO_2-Film mit einer Dicke von ungefähr 1 µm vorher darauf durch thermische Oxidation ausgebildet wurde, eine Vielzahl von Öffnungsabschnitten (in Fig. 4A bis Fig. 4C nicht dargestellt; vgl. Fig. 1) als Zuführungsöffnungen und Abströmungsöffnungen zum Ausbilden von Flüssigkeitsbewegungswegen, die durch die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer und die zweiten Flüssigkeitskanäle begrenzt werden, unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, gemustert.

[0086] In der rückwärtigen Fläche des Bauelementsubstrats **16** werden mit einer Ätzvorrichtung, welche dielektrisch gekoppeltes Plasma verwendet, zylindrische Durchgangslöcher mit einem Durchmesser von 10 bis 50 µm ausgebildet (durch Ätzen).

[0087] In der dargestellten Ausführungsform kann bei Verwendung des PSG-Films als eine Opferschicht zum Ausbilden der zweiten Flüssigkeitskanäle in dem Ätzverfahren, wenn die Löcher entsprechend den zweiten Flüssigkeitskanälen ausgebildet sind, das Ätzen an einer gewissen Stelle auf dem PSG-Film angehalten werden. Übrigens kann in den Bereichen auf dem Bauelementsubstrat, in welchen die Durchgangslöcher ausgebildet sind, eine Wärmeansammlungsschicht **103** (weiter nachstehend beschrieben) vorher entfernt werden.

[0088] Dann werden, wie in Fig. 4C dargestellt ist, durch Einleiten von Lösungsmittel (z. B. gepufferte Fluorsäure) zum Entfernen von PSG von der rückwärtigen Fläche des Substrats aus, in welcher die Durchgangslöcher ausgebildet wurden, die zweiten Flüssigkeitskanäle ausgebildet, wodurch das Kopfsubstrat, das mit der beweglichen Membran zusammen aus einem Stück besteht, vollendet ist. Übrigens kann, wie in der dargestellten Ausführungsform, durch Verwendung der zweiten Flüssigkeitskanäle als Flüssigkeitsbewegungswege und durch Anordnen der Vielzahl von Durchgangslöchern die Entfernung von PSG durch das Lösungsmittel unterstützt werden, und es können Ätzreste verhindert werden.

[0089] Wie vorstehend erwähnt wurde, ist es entsprechend dem Verfahren zur Herstellung des Kopfsubstrats, das mit der beweglichen Membran zusammen aus einem Stück besteht, nicht erforderlich, daß ein sehr dünnes Teil mit einer Dicke von ungefähr 1 µm als ein Einzelteil gehandhabt wird, da die verlagerbare Membran mit dem Kopfsubstrat, das den Abschnitt zum Befestigen der beweglichen Membran hat, einstückig ausgebildet ist.

[0090] Ferner kann die Positionierung der beweglichen Membran in bezug auf das Wärmeerzeugungs-Widerstandselement genauer vorgenommen werden, da die verlagerbare Membran mit dem Kopfsubstrat, das die Wärmeerzeugungs-Widerstandselemente aufweist, einstückig ausgebildet werden kann, wodurch Abweichungen im Ausstoßvermögen von Teil zu Teil verhindert werden. Ferner kann der Abstand zwischen den Flüssigkeitskanälen auf ungefähr 10 bis 20 µm vermindert werden, da die zweiten Flüssigkeitskanäle durch Verwenden eines Halbleiterherstellungsverfahrens ausgebildet werden, wodurch eine Anordnung der Düsen mit hoher Dichte auf leichte Weise realisiert werden kann.

[0091] Obwohl ein Beispiel erläutert wurde, in welchem PSG als Opferschicht zur Ausbildung der zweiten Flüssigkeitskanäle verwendet wird, kann irgendein Material verwendet werden, solange ein Auswahlverhältnis durch das Lösungsmittel gegeben ist. Z. B. kann, wenn wie in der dargestellten Ausführungsform SiN als die bewegliche Trennmembran und gepufferte Fluorsäure als das Lösungsmittel verwendet werden, bequemerweise BPSG (Bor-dotiertes Phosphorsilikatglas) als Opferschicht verwendet werden.

[0092] Falls SiN als bewegliche Trennmembran und gepufferte Fluorsäure als Lösungsmittel sowie PSG oder BPSG als Opferschicht verwendet werden, wird übrigens ein Ätzrückstand endgültig entfernt, wenn die Tinte zugeführt wird, selbst wenn Ätzrückstand in Teilen der zweiten Flüssigkeitskanäle verbleibt, da Ätzrückstand dazu neigt, von alkalischen Stoffen, wie z. B. Tinte, geätzt zu werden, wodurch die Zuverlässigkeit verbessert wird. Ferner ist es wünschenswert, daß das Selektionsverhältnis bezüglich des Bauelementsubstrats in dem Ätzverfahren für die Ausbildung der vorstehend erwähnten Durchgangslöcher gegeben ist, wenn diese nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellt werden. Unter den Materialien, die eine solche Bedingung befriedigen, können gewünschte Materialien ausgewählt werden.

[0093] Nachstehend wird das Verbinden der in Fig. 3C dargestellten Deckplatte mit dem Kopfsubstrat, das mit der beweglichen Trennmembran einstückig ausgebildet ist, erläutert.

[0094] In der dargestellten Ausführungsform kann, da das Kopfsubstrat, welches mit der beweglichen Membran eine Einheit bildet, und die Deckplatte aus den gleichen Elementen ausgebildet sind, deren Verbindung durch Low Noise-(Raumtemperatur-)Verbinden unter Verwendung von Oberflächenaktivität (nachstehend lediglich als "Kaltverbinden" bezeichnet) bewirkt werden.

[0095] Eine in diesem Fall verwendete Kaltverbindungsvorrichtung weist eine Hilfskammer und eine Verbindungskammer (beide sind Vakuumkammern) auf, und es wird ein Vakuum von 1 bis 10 Pa verwendet. In der Hilfskammer wird eine Ausrichtungsposition zum Positionieren eines Abschnitts für das Verbinden des Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats **1** mit der Deckplatte **6** vom mit Öffnungen integralen Typ unter Verwendung von Bildverarbeitung festgesetzt. Danach wird die Baugruppe, während ein solcher Zustand beibehalten wird, in die Verbindungskammer transportiert, wo Energieteilchen auf die Fläche des SiN-Films an dem Abschnitt, der verbunden werden soll, angewendet werden. Nachdem die Fläche durch eine derartige Anwendung aktiviert wurde, werden das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** und die Deckplatte **6** vom mit Öffnungen integralen Typ miteinander verbunden. In diesem Fall kann eine Temperatur von 200 °C oder mehr oder Druck angewendet werden.

[0096] Als Verbindungsverfahren kann übrigens auch, nachdem ein dünner Film (mit einer Dicke von 3.000 Å) von Wasserglas (Natriumsilikat) auf den Abschnitt (der verbunden werden soll) des Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats aufgebracht wurde und das Aufbringen eines Musters erfolgt ist, das Substrat mit der Deckplatte bei einer Temperatur von ungefähr 100 °C verbunden werden, oder das Verbinden kann durch Wärme und Druck erfolgen, nachdem Klebstoff auf eins von den Bauteilen Ausstoßkopfsubstrat oder Deckplatte durch ein Übertragungsverfahren aufgebracht wurde.

[0097] In der dargestellten Ausführungsform wird, wenn die Deckplatte und das Kopfsubstrat verbunden werden, da die Deckplatte, die bewegliche Membran und das Kopfsubstrat aus Material ausgebildet sind, welches das Element Silizium aufweist, ein Einfluß durch Wärmeausdehnung auf diese Teile auf die gleiche Weise ausgeübt, wodurch die Wärmebeständigkeit verbessert wird.

[0098] Daher kann verhindert werden, selbst wenn das Zusammensetzen (Verbinden) unter der Bedingung hoher Temperatur ausgeführt wird, daß die beweglichen Abschnitte der Membran aus den Flüssigkeitskanälen herausgeschoben werden. Um den Einfluß durch Wärmeausdehnung auszugleichen, ist das Material übrigens nicht auf das Element Silizium beschränkt, aber die Deckplatte, die bewegliche Membran und das Kopfsubstrat sollten aus dem gleichen Element ausgebildet sein.

[0099] An der Baugruppe, die wie vorstehend beschrieben durch Verbinden der Deckplatte und des Kopfsubstrats erhalten wurde, wie in Fig. 5A dargestellt ist, werden die Öffnungsabschnitte durch einen Ionenstrahl **19** unter Vakuum eingearbeitet, während eine Maske **20** verwendet wird. In diesem Fall kann wegen der Energie des Ionenstrahls die Bearbeitung in Form eines umgekehrten Konus ausgeführt werden. Auf diese Weise kann der Kopf vollendet werden, wie in Fig. 5C dargestellt ist. Übrigens kann als ein Verfahren zur Herstellung der Öffnungen eine Laserabtragung unter Verwendung eines Excimerlasers unter Normaltemperatur/-Druck ausgeführt werden.

[0100] Für die Laserabtragung unter Verwendung eines Excimerlasers ist SiN-Material geeignet. Bei der vorstehend angeführten Bearbeitung von Material, das Silizium aufweist, ist SiN am besten, danach sind SiC und Si besser, und SiO_2 ist am schlechtesten. Übrigens wird die Membran, die Silizium aufweist, durch das Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet.

[0101] Obwohl die Stirnfläche der anorganischen Isoliermembran, die durch die Laserabtragung, so wie sie ist, eine ausreichend scharfe Form hat, kann ein Poliervorgang hinzugefügt werden, um eine schärfere Form zu erhalten.

[0102] Nachstehend wird das Ausstoßen von Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsausstoßkopf von Fig. 1 unter Bezugnahme auf Fig. 6A bis Fig. 6E erläutert. Fig. 6A bis Fig. 6E zeigen auf Zeitrafferart schematische Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Erläuterung der Weise, auf welche die Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsausstoßkopf von Fig. 1 ausgestoßen wird.

[0103] In Fig. 6A bis Fig. 6E sind die ersten Flüssigkeitskanäle **3**, die mit den Ausstoßöffnungen **11** in gerader

Richtung in Verbindung stehen, mit einer ersten Flüssigkeit aus der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer gefüllt, und die zweiten Flüssigkeitskanäle **4** mit den Blasenbildungsbereichen sind mit der Blasenbildungsflüssigkeit, von welcher eine Blase durch Zuführen von Wärmeenergie von dem Wärmeerzeugungselement **2** ausgebildet werden kann, gefüllt.

[0104] In dem Ausgangszustand, wie in Fig. 6A dargestellt, wird die Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **3** durch Kapillarkraft nahe zu der Ausstoßöffnung **11** transportiert. In der dargestellten Ausführungsform ist die Ausstoßöffnung an einer Abgangsseite der Projektionsfläche des Wärmeerzeugungselements **2** auf den ersten Flüssigkeitskanal **3** in einer Flüssigkeitsströmungsrichtung in dem ersten Flüssigkeitskanal **3** angeordnet. Wie vorstehend erwähnt wurde, strömt die zweite Flüssigkeit so, daß sie in dem zweiten Flüssigkeitskanal in einer durch die Pfeile dargestellten Richtung verschoben wird.

[0105] In diesem Zustand wird, wenn die Wärmeenergie dem Wärmeerzeugungselement **2** zugeführt wird, das Wärmeerzeugungselement **2** schnell aufgeheizt, mit dem Ergebnis, daß die zweite Flüssigkeit, die sich in Berührung mit dem Blasenerzeugungsbereich befindet, erhitzt wird, um die Blase zu erzeugen (Fig. 6B). Durch einen Vorgang von Filmsieden, der in dem Dokument US-4 723 129 offenbart ist, wird eine Blase **7** erzeugt und bildet sich an der gesamten Oberfläche des Wärmeerzeugungselements unter hohem Druck aus. Der in diesem Fall erzeugte Druck pflanzt sich durch die zweite Flüssigkeit hindurch in dem zweiten Flüssigkeitskanal **4** fort, um auf die bewegliche Trennmembran **5** mit dem Resultat einzuwirken, daß die bewegliche Trennmembran **5** verformt wird, um das Ausstoßen der ersten Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **3** zu starten.

[0106] Wenn die Blase **7**, die an der gesamten Fläche des Wärmeerzeugungselements **2** erzeugt wird, schnell anwächst, nimmt die Blase eine Filmform an (Fig. 6C). Die Ausdehnung der Blase **7** unter hohem Druck in dem anfänglichen Zustand der Blasenbildung verursacht eine weitere Verformung der beweglichen Trennmembran **5** mit dem Ergebnis, daß das Ausstoßen der ersten Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **3** aus der Ausstoßöffnung **11** weiter unterstützt wird. Danach nimmt die Verformung der beweglichen Membran **5** zu, wenn die Blase **7** weiter anwächst (Fig. 6D), und danach kehrt die bewegliche Membran zu dem in Fig. 6A dargestellten anfänglichen Zustand zurück, wenn sich die Blase zusammenzieht (Fig. 6E).

[0107] Wie vorstehend erwähnt wurde, sind in dem Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der dargestellten Ausführungsform das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1**, die bewegliche Trennmembran **5** und die Deckplatte **6** aus Material ausgebildet, welches das gleiche Element aufweist. Folglich werden die verbundenen Abschnitte zwischen dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1**, der beweglichen Trennmembran **5** und der Deckplatte **6**, da der Einfluß von Wärmeansammlung auf diese Bauelemente auf die gleiche Weise einwirkt, bei Gebrauch keinen übermäßigen Kräften unterworfen. Daher kann auf Dauer ein sehr scharfes Ausgabebild erhalten werden, da die Genauigkeit des Zusammenbaus bei der Herstellung verbessert ist und die beweglichen Abschnitte und die fest angeordneten Abschnitte der beweglichen Membran jeweils als bewegliche Abschnitte und fest angeordnete Abschnitte sicher betrieben werden können.

[0108] Ferner kann in der dargestellten Ausführungsform, da die Deckplatte aus Material ausgebildet ist, das Silizium aufweist, das Wärmeabstrahlungsvermögen des Kopfs im Vergleich mit einem Kopf, der aus Kunstharz hergestellt ist, verbessert werden. Weiterhin kann die Beständigkeit gegenüber Tinte verbessert werden, da sowohl die Flüssigkeitskanalwände, welche die Flüssigkeitskanäle für die Ausstoßflüssigkeit begrenzen, als auch die bewegliche Trennmembran aus SiN ausgebildet sind. Mit einem derartigen zusätzlichen Merkmal wird der vorstehend erwähnte Effekt (in der dargestellten Ausführungsform), daß ein sehr scharfes Ausgabebild auf Dauer erhalten wird, weiter gesteigert.

[0109] Nachstehend wird eine ergänzende Erläuterung des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 1 gegeben.

[0110] In der dargestellten Ausführungsform wird in dem in Fig. 1 dargestellten Kopf die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer, die mit den zweiten Flüssigkeitskanälen in Verbindung steht, durch die bewegliche Trennmembran **5** begrenzt. Um zu verhindern, daß die Strömung der Flüssigkeit (verursacht durch die Druckwelle infolge der Blase, die an dem Blasenbildungsbereich zwischen der beweglichen Trennmembran und dem Widerstandselement zur Erzeugung von Wärme erzeugt wird) in den zweiten Flüssigkeitskanal gelangt, erstrecken sich die Seitenwände, die den zweiten Flüssigkeitskanal begrenzen, bis zu einer stromaufwärts gelegenen Stelle des hinteren Endes des Wärmeerzeugungs-Widerstandselements **2**.

[0111] In der dargestellten Ausführungsform wird ein Effekt erhalten, daß die Kreuzkopplung der Blasenbildungsflüssigkeit infolge von Blasenbildung weiter unterdrückt werden kann, da die zweite gemeinsame Flüs-

sigkeitskammer durch die Membran begrenzt wird. Um einen solchen Effekt in der dargestellten Ausführungsform zu erhöhen, ist es wünschenswert, daß sich die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer in Gegenüberlage zu der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer mit Zwischenanordnung der beweglichen Trennmembran befindet.

(Zweite Ausführungsform)

[0112] Fig. 7 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals, und Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 7 im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen. In der zweiten Ausführungsform werden übrigens Elemente, welche die gleiche Funktion haben wie die der ersten Ausführungsform, mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

[0113] In dem Flüssigkeitsausstoßkopf nach dieser Ausführungsform sind die zweiten Flüssigkeitskanäle **4** für Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** angeordnet, auf welchem Wärmeerzeugungselemente **2** zum Einbringen von Wärmeenergie zum Erzeugen von Blasen in Flüssigkeit angeordnet sind, und es sind erste Flüssigkeitskanäle **3** (zum Ausstoßen von Flüssigkeit), die mit Ausstoßöffnungen **11** in Verbindung stehen, auf den zweiten Flüssigkeitskanälen angeordnet. Die ersten und zweiten Flüssigkeitskanäle entsprechen dem jeweiligen Wärmeerzeugungselement **2**. Eine bewegliche Trennmembran **5**, die Elastizität aufweist, ist zwischen den ersten und zweiten Flüssigkeitskanälen so angeordnet, daß die Ausstoßflüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanälen **3** vollständig von der Blasenbildungsflüssigkeit in den zweiten Flüssigkeitskanälen **4** isoliert ist. Die Ausstoßflüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanälen **3** und die Blasenbildungsflüssigkeit in den zweiten Flüssigkeitskanälen **4** werden aus jeweiligen Zuführungswegen zugeführt.

[0114] Die ersten Flüssigkeitskanäle **3**, die mit den Ausstoßöffnungen **11** in Verbindung stehen, werden durch Verbinden einer Deckplatte **6** mit dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** ausgebildet. Die Deckplatte **6** wird von einer Mündungsplatte mit den Ausstoßöffnungen **11**, einer Vielzahl von Gräben zum Begrenzen der Vielzahl der ersten Flüssigkeitskanäle **3** und einer Aussparung, die eine erste gemeinsame Flüssigkeitskammer **143** begrenzt, die mit der Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen **3** gemeinsam in Verbindung steht, um den ersten Flüssigkeitskanälen **3** Flüssigkeit (Ausstoßflüssigkeit) zuzuführen, ausgebildet.

[0115] Die Trennmembran **5** ist aus Material hergestellt, das Elastizität und Hitzebeständigkeit bis zu einer Temperatur von etwa 300 °C, Beständigkeit gegenüber Öl, Beständigkeit gegenüber Lösungsmittel und chemische Beständigkeit aufweist.

[0116] Ferner ist gutes Membranausbildungsvermögen unter Verwendung von Beschichten oder Abscheiden wünschenswert. Z. B. kann Poly-p-Xylylen, das in einem Oberflächenfilm eines elastischen Körpers aus Silikongummi verwendet wird, verwendet werden. Ein derartiges Material hat eine gute Haftungsfähigkeit auf Siliziummaterial und gute Elastizität, und es kann aus einem solchen Material ein dünner Film durch ein Aufdampfpolymerisationsverfahren erhalten werden. Ferner ist auch ein Fluorharzfilm für die Trennmembran des Flüssigkeitsausstoßkopfs der vorliegenden Erfindung geeignet. Nachdem Wasserlack von Fluorharz (z. B. FEP, PFA, PTFE) aufgebracht wurde, wird ein Film durch Ausheizen ausgebildet. Das Fluorharz hat ebenfalls eine gute Haftfähigkeit und gute Elastizität.

[0117] Auf und unter der Trennmembran **5** werden Verbindungselemente **130a**, **130b** zum Befestigen der Trennmembran **5** und zum Anfügen der ersten Flüssigkeitskanalwände **3a** und des Gehäuses der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer an die zweiten Flüssigkeitskanalwände **4a** und das Gehäuse der zweiten gemeinsamen Flüssigkeitskammer angeordnet. In der dargestellten Ausführungsform sind die Deckplatte, das Kopfsubstrat und die Verbindungselemente **130a**, **130b** alle aus Material hergestellt, welches das Element Silizium aufweist.

[0118] Folglich werden die verbundenen Abschnitte zwischen dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1**, der beweglichen Membran **5** und der Deckplatte **6**, da der Einfluß von Wärmeansammlung auf diese Bauelemente auf die gleiche Weise einwirkt, bei Gebrauch keinen übermäßigen Kräften unterworfen. Daher kann auf Dauer ein sehr scharfes Ausgabebild erhalten werden, da die Genauigkeit des Zusammenbaus bei der Herstellung verbessert ist und die beweglichen Abschnitte und die fest angeordneten Abschnitte der beweglichen Membran jeweils als bewegliche Abschnitte und fest angeordnete Abschnitte sicher betrieben werden können.

[0119] Ferner kann in der dargestellten Ausführungsform, da die Deckplatte aus Material ausgebildet ist, das Silizium aufweist, das Wärmeabstrahlungsvermögen des Kopfs im Vergleich zu einem Kopf, der aus Kunstharz

hergestellt ist, verbessert werden, und der vorstehend erwähnte Effekt (in der dargestellten Ausführungsform), daß ein sehr scharfes Ausgabebild auf Dauer erhalten wird, wird wie in der ersten Ausführungsform weiter gesteigert.

[0120] Nachstehend wird eine ergänzende Erläuterung der Eigenschaft dieser Ausführungsform gegeben.

[0121] In der zweiten Ausführung kann wie in der ersten Ausführung, da sich die Seitenwände, die die zweiten Flüssigkeitskanäle begrenzen, bis zu einer Stelle strömungsaufwärts von den hinteren Enden der Wärmeerzeugungs-Widerstandselemente **2** erstrecken und sich die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer in Gegenüberlage zu der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer mit dazwischen angeordneter beweglicher Trennmembran befindet, die Kreuzkopplung der Blasenbildungsflüssigkeit durch die Blasenbildung weiter unterdrückt werden.

[0122] Ferner erstrecken sich in der dargestellten Ausführungsform die Flüssigkeitskanalwände **3a** (Seitenwände der ersten Flüssigkeitskanäle) zum Begrenzen der ersten Flüssigkeitskanäle bis zu der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer **143** an einer Stelle strömungsaufwärts der Wärmeerzeugungs-Widerstandselemente **2**, wobei sich dort keine obere Wand befindet.

[0123] Mit dieser Anordnung wird die Strömung von Flüssigkeit in Richtung des Zugangs und der benachbarten Düsen durch die verformte bewegliche Trennmembran **5** und die Flüssigkeitskanalwände **3a** blockiert oder unterdrückt, wenn die Blase in dem Blasenerzeugungsbereich zwischen der beweglichen Trennmembran **5** und dem Wärmeerzeugungs-Widerstandselement **2** anwächst, wodurch eine Verschiebung der Flüssigkeit in der zugangsseitigen Richtung unterdrückt wird. Demzufolge kann das Ausmaß an Zurückziehen des Meniskus vermindert werden.

[0124] In einem in Fig. 13A bis Fig. 13E dargestellten Beispiel (weiter nachstehend beschrieben) kann die vorstehende Anordnung übrigens ebenfalls eingesetzt werden.

[0125] Nachstehend wird ein Verfahren zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der dargestellten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 9A–Fig. 9C bis Fig. 12A und Fig. 12B erläutert.

[0126] Zuerst wird das Verfahren zur Herstellung der Deckplatte unter Bezugnahme auf Fig. 9A und Fig. 9B beschrieben.

[0127] Wie in Fig. 9A dargestellt ist, wird zuallererst ein SiN-Film **118** (der die Flüssigkeitskanalwände **4a** ausbildet, welche die zweiten Flüssigkeitskanäle begrenzen) mit einer Dicke von etwa 5 μm auf einem Bauelementsubstrat **16** (weiter nachstehend ausführlich beschrieben) durch das μW-CD-Verfahren ausgebildet. Dann werden die zweiten Flüssigkeitskanäle und die zweite gemeinsame Flüssigkeitskammer (nicht dargestellt) durch Verwenden eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, ausgebildet.

[0128] Danach wird durch thermische Oxidation ein SiO_2-Film mit einer Dicke von ungefähr 1 μm auf dem Bauelementsubstrat **16** ausgebildet.

[0129] An der rückwärtigen Fläche des Bauelementsubstrats werden eine Vielzahl von Zuführungsöffnungsabschnitten zum Zuführen der Blasenbildungsflüssigkeit zu der zweiten gemeinsamen Flüssigkeitskammer und zum Verlagern der Blasenbildungsflüssigkeit aus den zweiten Flüssigkeitskanälen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, als Muster aufgebracht. Dann werden zylindrische Durchgangslöcher mit einem Durchmesser von 50 μm in der rückwärtigen Fläche des Bauelementsubstrats mittels einer Ätzvorrichtung, welche dielektrisch gekoppeltes Plasma verwendet, ausgebildet (durch Ätzen). Wie in der ersten Ausführungsform ist es auch in der zweiten Ausführungsform wünschenswert, daß eine Wärmeansammlungsschicht **103** (weiter nachstehend beschrieben) vorher von Bereichen entfernt wird, wo die Durchgangslöcher ausgebildet werden.

[0130] Dann wird, wie in Fig. 9C dargestellt ist, die Deckplatte **6** vom mit den Öffnungen integralen Typ mit dem Substrat unter Dazwischensetzen der beweglichen Trennmembran, welche weiter nachstehend beschrieben wird, verbunden. Wie in der ersten Ausführungsform wird die Deckplatte **6** vom mit den Öffnungen integralen Typ durch die in Fig. 3A bis Fig. 3C dargestellten Herstellungsvorgänge hergestellt, wobei Teile der ersten Flüssigkeitskanalwände und der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer aus dem SiN-Film ausgebildet werden. Ferner kann, wie in der ersten Ausführungsform, das Zusammenfügen von Substrat, Deckplatte und beweglicher Trennmembran mittels Kaltverbindens ausgeführt werden.

[0131] Danach wird wie in der ersten Ausführungsform der Kopf durch das Einarbeiten der Öffnungsabschnitte (Fig. 5A bis Fig. 5C) vollendet.

[0132] In dem Herstellungsverfahren gemäß der dargestellten Ausführungsform ist es, wie in Fig. 9C dargestellt ist, wie in der ersten Ausführungsform nicht erforderlich, daß die bewegliche Membran als ein Einzelteil gehandhabt wird, da die bewegliche Membran zusammen mit den Verbindungselementen gehandhabt wird. Nachstehend wird ein Verfahren zur Herstellung der Trennmembran mit den Verbindungselementen, welche ein Merkmal der dargestellten Ausführungsform ist, unter Bezugnahme auf Fig. 10A bis Fig. 10D ausführlich erläutert.

[0133] Zuerst wird, wie in Fig. 10A dargestellt ist, ein SiN-Film mit einer Dicke von etwa 3 μm (der das Verbindungselement **130a**, welches den Verbindungsabschnitt der Deckplatte **6** vom mit der Öffnung integralen Typ definiert) auf einem Siliziumwafer **17** unter Verwendung des μW-CVD-Verfahrens ausgebildet. Dann wird Ätzen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie ausgeführt, damit allein gewünschte Abschnitte zurückbleiben.

[0134] Dann wird, wie in Fig. 10B dargestellt wird, ein Film von Poly-p-Xylylen mit einer Dicke von ungefähr 5 μm als die bewegliche Trennmembran **5** mittels eines Aufdampfpolymerisationsverfahrens ausgebildet. Die Grundstruktur, das Herstellungsverfahren und die Polymerisation von Poly-p-Xylylen, das in der vorliegenden Erfindung verwendet wird, sind in den Dokumenten US-3 379 803, JP-44-21353 und JP-52-37479 offenbart.

[0135] Dann wird, wie in Fig. 10C dargestellt ist, ein SiN-Film mit einer Schichtdicke von etwa 2 μm (welcher das Verbindungselement **130b**, welches den Verbindungsabschnitt mit dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** definiert), unter Verwendung des μW-CVD-Verfahrens ausgebildet. Dann wird Ätzen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie ausgeführt, damit allein die gewünschten Abschnitte übrigbleiben.

[0136] Zuletzt wird, wie in Fig. 10D dargestellt ist, das Siliziumsubstrat **17** mittels eines Ätzverfahrens, das chemisches mechanisches Polieren (CMP) oder TMAH verwendet, entfernt. Der Wafer kann auch dadurch entfernt werden, daß das Substrat XeF_2-Gas ausgesetzt wird.

[0137] Fig. 12A zeigt eine perspektivische Ansicht der Trennmembran mit den Verbindungselementen, die mit ihr einstückig ausgebildet sind, welche durch die vorstehenden Arbeitsgänge hergestellt wurde. Fig. 12A zeigt eine Ansicht der Trennmembran mit den Verbindungselementen, die mit ihr einstückig ausgebildet sind, von Fig. 10D oder Fig. 11E bei Betrachtung von unten. In der dargestellten Ausführungsform wird durch Anordnen der Verbindungselemente auf der beweglichen Membran bei der Herstellung, wenn die bewegliche Membran gehandhabt wird, eine geeignete Festigkeit oder Stabilität abgesichert, wodurch die Beschädigung der beweglichen Membran verhindert und eine leichte und genaue Ausrichtung während des Zusammenbaus ermöglicht wird. Ferner kann, da die fest angeordneten Endabschnitte der Membran (während der Verformung der Membran) sicher als feste Enden ohne eine Verbindung mit der Endplatte und dem Substrat wirken und die fest angeordneten Endabschnitte mit hoher Genauigkeit hergestellt werden können, eine Abweichung von Teil zu Teil und Abweichung in Abhängigkeit von den Verwendungsbedingungen vermieden werden, wodurch ein Flüssigkeitsausstoßkopf mit stabilem Ausstoßvermögen und Eignung für sehr scharfe Bilder bereitgestellt wird und die Düsen auf leichte Weise mit hoher Dichte angeordnet werden können.

[0138] Bei Anordnung des oberen und unteren Verbindungselements als Rahmen ist in der dargestellten Ausführungsform die Handhabung des Rahmens bei der Herstellung verbessert, und bei Umhüllung der verformbaren Abschnitte der beweglichen Membran durch die Verbindungselemente (d. h., die Verbindungselemente haben in sich geschlossene Öffnungen, wie in **Fig.** 12 dargestellt ist), um die fixierten Enden der Membran deutlich zu begrenzen, wird die Membran deutlich in die beweglichen Abschnitte und die fest angeordneten Abschnitte unterteilt, wodurch die ausgezeichnete Wirkung erreicht wird.

[0139] Ferner können in der dargestellten Ausführungsform, da ein Siliziumwafer als Gegenstand zum Herstellen der Verbindungselemente und der beweglichen Trennmembran verwendet wird, diese Teile unter Hochtemperaturbedingungen hergestellt werden, und, da die Dünnschichttechnologie verwendet wird, können die Teile mit hoher Genauigkeit in reiner Umgebung ohne irgendein Loch erzeugt werden. Ferner können, wie in Fig. 12B dargestellt ist, eine Vielzahl von in Fig. 12A dargestellten Trennmembranen mit Verbindungselementen, die mit ihnen einstückig ausgebildet sind, auf dem Siliziumwafer ausgebildet werden, um eine Vielzahl von Membranen auf einmal zu erhalten. In diesem Fall können auf einmal eine große Zahl an Membranen mit beweglichen Abschnitten und fest angeordneten Abschnitten mit hoher Genauigkeit hergestellt werden, obwohl

das Teil entsprechend dem Kopf zurechtgeschnitten werden muß.

[0140] Anstelle der in Fig. 10A bis Fig. 10D dargestellten Bearbeitungsvorgänge kann, wie in Fig. 11C dargestellt ist, nach dem Ausbilden der beiden Enden der beweglichen Trennmembran **5** der SiN-Film, der das Verbindungselement **130b** ausbildet, das den an das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** angefügten Verbindungsabschnitt definiert, ausgebildet werden. Entsprechend diesem Verfahren (Bearbeitungsprozesse entsprechend Fig. 10A und Fig. 10B sind in Fig. 11A und Fig. 11B dargestellt, und Bearbeitungsprozesse entsprechend Fig. 10C und Fig. 10D sind in Fig. 11D und Fig. 11E dargestellt) kann, da die aus dem gleichen Material hergestellten Verbindungselemente **130a** und **130b** zusammengefügt werden können, die bewegliche Trennmembran durch die Verbindungselemente sicher von beiden Seiten gehalten werden, und der Beschneidungsprozeß kann mit hoher Geschwindigkeit genau ausgeführt werden, wenn eine Vielzahl von beweglichen Trennmembranen mit den Verbindungselementen auf dem Siliziumwafer gemeinsam ausgebildet werden und das Werkstück entsprechend dem Kopf beschnitten wird, da eher die miteinander zusammengefügten Verbindungselemente als die Membran selbst geschnitten werden, wobei der Einfluß der Schneidevorrichtung und eine Abweichung von Teil zu Teil vermindert werden können.

[0141] Nachstehend wird ein Flüssigkeitsausstoßvorgang des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der dargestellten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 13A bis Fig. 13E und Fig. 14A bis Fig. 14D erläutert.

[0142] Fig. 13A bis Fig. 13E zeigen erläuternde Ansichten zum Erklären des Vorgangs zum Ausstoßen von Flüssigkeit nach der zweiten Ausführungsform. In Fig. 13A bis Fig. 13E sind, wie in der in Fig. 7 dargestellten zweiten Ausführungsform, ein zweiter Flüssigkeitskanal **504** für die Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **510**, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **502** (in dieser Ausführungsform ein Widerstandskörper zur Erzeugung von Wärme mit einer Abmessung von 40 µm × 105 µm) für die Erzeugung von Wärmeenergie zum Ausbilden einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet ist, und ein erster Flüssigkeitskanal **503**, der mit einer Ausstoßöffnung **501** in gerader Richtung in Verbindung steht, angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **505**, die aus einer Dünnschicht, die aus einem anorganischen Material mit Elastizität ausgebildet ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **503** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **504** angeordnet, so daß die Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **503** von der Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **504** isoliert ist.

[0143] Als das charakteristische Merkmal dieser Ausführungsform ist an einer Seite der beweglichen Trennmembran **505**, die sich in Gegenüberlage zu dem ersten Flüssigkeitskanal **503** befindet, die Verformung der beweglichen Trennmembran **505** durch ein Verbindungselement **531** begrenzt, das an die Flüssigkeitskanalwände des ersten Flüssigkeitskanals angefügt ist. Das Verbindungselement kann mit der beweglichen Trennmembran durch Verwendung des vorstehend beschriebenen Verfahrens einstückig hergestellt werden. Hierbei können in den Arbeitsgängen zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran mit den Verbindungselementen, die in Verbindung mit Fig. 10A bis Fig. 10D erläutert wurden, nachdem die bewegliche Trennmembran zuerst auf dem Si-Wafer ausgebildet wurde, die Verbindungselemente ausgebildet werden. Selbst wenn die Verbindungselemente (Element zum Lenken der Verformung der beweglichen Trennmembran) ausgebildet werden, nachdem die bewegliche Trennmembran zuerst ausgebildet wurde, kann das gleiche Handhabungsvermögen der Membran wie das in dem Herstellungsverfahren gemäß der zweiten Ausführungsform erhalten werden. Als ein Verfahren zur Herstellung der Verbindungselemente in umgekehrt spitz zulaufender Weise wird ein Metallfilm mit der gleichen Abmessung wie die bewegliche Membran als eine Ätzstoppschicht ausgebildet, und die Verbindungselemente können durch Überätzen unter Verwendung eines Verfahrens zum Trockenätzen ausgebildet werden.

[0144] In Fig. 13A wird dem Wärmeerzeugungselement **502** Energie, wie z. B. elektrische Energie, nicht zugeführt, so daß von dem Wärmeerzeugungselement **502** keine Wärme erzeugt wird. Die bewegliche Trennmembran **505** ist übrigens in einer ersten Stellung, die im wesentlichen parallel zu dem Substrat **501** ist, angeordnet.

[0145] Es ist wichtig, daß eine Mitte der Öffnung des Verbindungselements **531** an der Abgangsseite einer Mitte des Wärmeerzeugungselements **502** angeordnet ist, so daß eine Mitte des beweglichen Bereichs der beweglichen Trennmembran **505** an einer Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **502** angeordnet ist.

[0146] Wie in Fig. 13B dargestellt ist, wird ein Teil der Blasenbildungsflüssigkeit in einem Blasenbildungsbereich durch die von dem Wärmeerzeugungselement **502** erzeugte Wärme erhitzt, wenn dem Wärmeerzeugungselement **502** elektrische Energie zugeführt wird, wodurch eine Blase **506** durch Filmsieden erzeugt wird.

Da die Mitte des beweglichen Bereichs der beweglichen Trennmembran **505** an einer Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **502** angeordnet ist, neigt die bewegliche Trennmembran **505** dazu, durch Druck der Blase **506** an der Abgangsseite des Wärmeerzeugungselements **502** verformt zu werden.

[0147] Wenn die Blase **506** weiter anwächst, wird die bewegliche Trennmembran **505**, wie in Fig. 13C dargestellt ist, in Abhängigkeit von dem Druck der anwachsenden Blase weiter zu dem ersten Flüssigkeitskanal **503** hin verlagert. Folglich wächst die erzeugte Blase **506** stärker an der Abgangsseite als an der Zugangsseite mit dem Ergebnis an, daß die bewegliche Trennmembran **505** weit aus der ersten Lage entfernt wird.

[0148] Wenn sich danach die Blase durch Verminderung des Drucks in der Blase zusammenzieht, was ein charakteristisches Merkmal der Erscheinung des Filmsiedens ist, kehrt die bewegliche Trennmembran **505**, welche in eine zweite Lage verlagert worden war, durch den durch das Zusammenziehen der Blase **506** verursachten Unterdruck allmählich zu der in Fig. 13A dargestellten Ausgangslage (erste Lage) zurück, wie in Fig. 13D dargestellt ist.

[0149] Wenn die Blase **506** verschwindet, kehrt die bewegliche Trennmembran **505** in die Ausgangslage (erste Lage) zurück, wie in Fig. 13E dargestellt wird. Wenn die Blase verschwunden ist, strömt ferner Flüssigkeit, um den Verlust an Volumen der Flüssigkeit auszugleichen, von der Zugangsseite her, d. h., aus der gemeinsamen Flüssigkeitskammer (wie durch Pfeile V_{D1} und V_{D2} dargestellt) und von der Ausstoßöffnung **501** her ein (wie durch einen Pfeil V_c dargestellt). In diesem Fall werden während des Anwachsens der Blase, da die Flüssigkeiten in Richtung der Abgangsseite strömen (zu der Ausstoßöffnung) die Strömungen V_{D1} und V_{D2} groß, die Nachfüllgeschwindigkeit ist verbessert, und ein Ausmaß an Zurückziehen des Meniskus kann unterdrückt werden.

[0150] In der dargestellten Ausführungsform ist das Verbindungselement an der Öffnung des Verbindungselements **531** abgeschrägt, wie in Fig. 13A bis Fig. 13E dargestellt ist, um eine Konzentration von Spannung in der beweglichen Membran **505** an der Kante des Verbindungselements zu vermindern, wodurch eine Verschlechterung der Festigkeit vermindert und die Dauerhaftigkeit verbessert wird.

[0151] Nachstehend wird der Aufbau des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der zweiten Ausführungsform beschrieben.

[0152] Fig. 14A bis Fig. 14D zeigen Ansichten zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen dem Wärmeerzeugungselement **502**, den zweiten Flüssigkeitskanälen **504** und dem Verbindungselement **531**, wobei Fig. 14A eine Ansicht zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen dem Wärmeerzeugungselement **502** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **504** zeigt, Fig. 14B eine Ansicht zur Darstellung des Verbindungselements **531** bei Betrachtung von oben zeigt, Fig. 14C eine Ansicht zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen dem Wärmeerzeugungselement **502**, dem zweiten Flüssigkeitskanal **504** und dem Verbindungselement **531** zeigt, und Fig. 14D eine Ansicht zeigt, in welcher ein nach oben verformbarer Bereich und ein nach unten verformbarer Bereich der beweglichen Trennmembran **505** durch unterschiedlich schraffierte Zonen gekennzeichnet sind; in diesen Figuren ist die Ausstoßöffnung links angeordnet.

[0153] Wie in **Fig.** 15D dargestellt ist, entspricht in der dargestellten Ausführungsform ein Abschnitt, der von den Wänden des zweiten Flüssigkeitskanals **504** umgeben ist, dem nach unten verformbaren Bereich der beweglichen Trennmembran **505**, und ein Abschnitt innerhalb der Öffnung des Verbindungselements **531** entspricht dem nach oben verformbaren Bereich der beweglichen Trennmembran **505**, wobei die Mitte des beweglichen Bereichs der beweglichen Trennmembran **505** an einer Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **502** angeordnet ist.

[0154] In dieser abgeänderten Ausführungsform werden die verformbaren Bereiche während der Verformung nach oben und der Verformung nach unten durch die Anordnung eines einzelnen Verbindungselements voneinander abgegrenzt; wenn jedoch wie in der zweiten Ausführungsform ein oberes und ein unteres Verbindungselement angeordnet sind, können durch Unterschiedlichmachen der Öffnungen der oberen und unteren Verbindungselemente (genauer gesagt ist die Öffnung des unteren Verbindungselements, welches sich in Gegenüberlage zu den zweiten Flüssigkeitskanälen befindet, größer gemacht als die Öffnung des oberen Verbindungselements, das sich in Gegenüberlage zu den ersten Flüssigkeitskanälen befindet) die verformbaren Bereiche unterschiedlich gemacht werden.

[0155] Übrigens kann, wie in Fig. 14B dargestellt ist, in der Öffnung des Verbindungselements durch Anordnen von "R" an vier Ecken verhindert werden, daß die bewegliche Trennmembran **505** zerbricht, und die Dau-

erhaftigkeit der Membran kann verbessert werden.

[0156] Wie vorstehend erwähnt wurde, kann durch den Aufbau nach der dargestellten Ausführungsform, da die bewegliche Trennmembran, die infolge der ansteigenden Kraft durch das Anwachsen der Blase durch Positionieren der Mitte des beweglichen Bereichs der beweglichen Trennmembran an der Mitte des Wärmeerzeugungselements in Richtung der Abgangsseite verformt wird, gegenüber Erhitzen empfindliche oder hochviskose Flüssigkeit mit hohem Druck wirksam ausgestoßen werden. Ferner kann wegen des Transportvorgangs der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal die Ausstoßmenge erhöht werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0157] Fig. 15 zeigt eine Schnittansicht eines Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals, und Fig. 16 zeigt eine Schnittansicht des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 15 im Schnitt entlang einer zu der Vielzahl von Flüssigkeitskanälen senkrechten Richtung.

[0158] Der Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß dieser Ausführungsform unterscheidet sich von dem der zweiten Ausführungsform in dem Punkt, daß ein bewegliches Element **131**, das aus dem gleichen Material wie dem des Verbindungselements **130** hergestellt ist, an einer Trennmembran **5** angeordnet ist. Ferner erstrecken sich in dieser Ausführungsform, so wie in der zweiten Ausführungsform, die Flüssigkeitskanalwände **3a** zur Begrenzung der ersten Flüssigkeitskanäle (Seitenwände der ersten Flüssigkeitskanäle) bis zu der ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer **143** an der Zugangsseite der hinteren Enden der wärmeerzeugenden Widerstandskörper **2**, wobei es dort keine obere Wand gibt.

[0159] Mit dieser Ausführungsform wird wie in der zweiten Ausführungsform, wenn die Blase in dem Blasenbildungsbereich zwischen der beweglichen Trennmembran **5** und dem wärmeerzeugenden Widerstandselement **2** anwächst, die Strömung der Flüssigkeit in Richtung des Zustroms und benachbarter Düsen durch die bewegliche Trennmembran **5** (und das bewegliche Element **131**) und die Flüssigkeitskanalwände **3a** (wegen der Verformung der beweglichen Trennmembran **5** und des beweglichen Elements **131**) blockiert oder unterdrückt, wodurch eine Verschiebung der Flüssigkeit in der zugangseitigen Richtung unterdrückt wird. Demzufolge kann das Ausmaß an Zurückziehen des Meniskus vermindert werden. Folglich ist das Ausmaß des Zurückziehens des Meniskus verringert, während die Blase verschwindet. Ferner wird wegen der beweglichen Membran selbst die Verformung unterwegs angehalten, mit dem Ergebnis, daß während des Anwachsens der Blase die Verschiebung der Flüssigkeit in Richtung des Zugangs und der benachbarten Düsen wirksam unterdrückt werden kann.

[0160] Hinsichtlich des Herstellungsverfahrens nach der dargestellten Ausführungsform kann die Membran in dem Herstellungsprozeß der beweglichen Trennmembran auf die gleiche Weise wie in der zweiten Ausführungsform hergestellt werden mit der Ausnahme, daß die Verbindungselemente und das bewegliche Element miteinander einstückig ausgebildet sind. Nachstehend wird das Herstellungsverfahren der beweglichen Trennmembran unter Bezugnahme auf Fig. 17A bis Fig. 17D beschrieben.

[0161] Zuallererst wird, wie in Fig. 17A dargestellt ist, ein SiN-Film mit einer Dicke von etwa 3 μm (welcher das Verbindungselement **130a**, das den Verbindungsabschnitt mit der Deckplatte **6** vom mit der Düse integralen Typ und das bewegliche Element **131** definiert) unter Verwendung des μW-CVD-Verfahrens auf einem Siliziumwafer **17** ausgebildet. Dann wird Ätzen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, ausgeführt, damit gewünschte Abschnitte allein übrigbleiben.

[0162] Weitere Herstellungsvorgänge sind die gleichen wie jene in der zweiten Ausführungsform; wie in Fig. 17B dargestellt ist, wird ein Film aus Poly-p-Xylylen als die bewegliche Trennmembran **5** ausgebildet, und dann wird, wie in Fig. 17C dargestellt ist, ein SiN-Film, der das Verbindungselement **130b** definiert, welches den Verbindungsabschnitt mit dem Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** darstellt, ausgebildet. Dann wird Ätzen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie ausgeführt, damit erforderliche Abschnitte allein übrigbleiben, und danach wird das Siliziumsubstrat **17** entfernt, wie in Fig. 17D dargestellt ist.

[0163] Fig. 18A und Fig. 18B zeigen perspektivische Ansichten der Trennmembran mit dem mit ihr einstückig ausgebildeten beweglichen Element (Trennmembran vom mit dem beweglichen Element integralen Typ), wobei Fig. 18A eine Ansicht der Trennmembran vom mit dem beweglichen Element integralen Typ bei Betrachtung von oben und Fig. 18B eine Ansicht der Trennmembran vom mit dem beweglichen Element integralen Typ von unten ist. In dieser Ausführungsform kann bei dem Herstellungsverfahren das gleiche Ergebnis wie in

der zweiten Ausführungsform erreicht werden. Demzufolge können eine Vielzahl von Membranen auf dem Siliziumwafer ausgebildet werden, um eine Vielzahl von Membranen auf einmal zu erhalten.

[0164] Nachstehend wird ein Flüssigkeitsausstoßvorgang des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß der dargestellten Ausführungsform unter Bezugnahme auf Fig. 19A bis Fig. 19C erläutert. Fig. 19A zeigt einen Zustand ohne Blasenbildung, Fig. 19C zeigt einen blasenbildenden (ausstoßenden) Zustand und Fig. 19C zeigt einen Zustand bei Verschwinden der Blase. In diesen Figuren sind die Verbindungselemente nicht abgebildet.

[0165] Wie in Fig. 19A dargestellt ist, ist in der dargestellten Ausführungsform ein zweiter Flüssigkeitskanal **604** für die Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **610**, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **602** (in dieser Ausführungsform ein Widerstandskörper zur Wärmeerzeugung mit einer Abmessung von 40 µm × 105 µm) zum Erzeugen von Wärmeenergie zum Ausbilden einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet ist, angeordnet, und ein erster Flüssigkeitskanal **603**, der mit einer Ausstoßöffnung **601** in gerader Richtung in Verbindung steht, ist auf dem zweiten Flüssigkeitskanal angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **605**, die aus einer Dünnschicht, die aus einem anorganischen Material mit Elastizität hergestellt ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **603** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **604** angeordnet, so daß Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **603** von Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **604** durch die bewegliche Trennmembran **605** getrennt ist. Die bewegliche Trennmembran **605** ist in gegenüberstehender Beziehung zu dem Wärmeerzeugungselement **602** angeordnet und befindet sich in Gegenüberlage zu zumindest einem Teil eines Blasenbildungsbereichs **607**, wo eine Blase durch Wärme von dem Wärmeerzeugungselement **602** erzeugt wird. Ferner ist an einer Seite der beweglichen Trennmembran **605**, die sich in Gegenüberlage zu dem ersten Flüssigkeitskanal **603** befindet, ein bewegliches Element **631** mit einem freien Ende **631a** über dem Blasenerzeugungsbereich **607** angeordnet, und ein Gelenkpunkt **631b** an einer Zugangsseite des freien Endes **631a** ist angrenzend an die bewegliche Trennmembran **605** angeordnet.

[0166] Was das freie Ende **631a** des beweglichen Elements **631** betrifft, so kann, selbst wenn das freie Ende nicht in einer gegenüberstehenden Beziehung zu dem Blasenerzeugungsbereich **607** angeordnet ist, solange das freie Ende an einer Abgangsseite des Gelenkpunkts **631** angeordnet ist, um die Verformung der beweglichen Trennmembran **605** in Richtung der Ausstoßöffnung **601** zu lenken (mehr vorzugsweise befindet sich das freie Ende gegenüber zumindest einem Teil des Wärmeerzeugungselements **602** bei dazwischen angeordneter beweglicher Trennmembran **605**), die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **605** wirksam gesteuert werden. Insbesondere wenn das bewegliche Element **631** in einer gegenüberstehenden Beziehung zu der beweglichen Trennmembran **605** angeordnet ist, so daß das freie Ende **631a** an einer Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **602** oder des Blasenbildungsbereichs **607** angeordnet ist, wird die Wirksamkeit des Ausstoßes bemerkenswert erhöht, da das bewegliche Element **631** Bestandteile, die zur Ausbreitung in einer Richtung senkrecht zu dem Wärmeerzeugungselement **602** auf die Ausstoßöffnung **601** zu neigen, zusammenziehen kann. Ferner wird, gerade da das freie Ende **631a** an der Abgangsseite des Blasenerzeugungsbereichs **607** angeordnet ist, durch starkes Verlagern des freien Endes **605**, um die bewegliche Trennmembran **605** weit in der Richtung der Ausstoßöffnung **601** zu verlagern, die Ausstoßleistung verbessert.

[0167] Wenn die Wärme von dem Wärmeerzeugungselement **602** abgestrahlt wird, wird eine Blase **606** in dem Blasenerzeugungsbereich **607** auf dem Wärmeerzeugungselement **602** ausgebildet, um die bewegliche Trennmembran **605** in Richtung des ersten Flüssigkeitskanals **603** zu verlagern. Die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **605** wird jedoch durch das bewegliche Element **631** gelenkt. Mit dem beweglichen Element **631** wird, da das freie Ende **631a** über dem Blasenbildungsbereich **607** angeordnet ist und der Gelenkpunkt an der Zugangsseite des freien Endes angeordnet ist, die bewegliche Trennmembran **605** stärker zu der Abgangsseite als zu der Zugangsseite verlagert (Fig. 19B).

[0168] Somit kann eine gewünschte Verformung und Verlagerung durch eine Richtungslenkungsvorrichtung zum Vorschreiben einer Richtung, entlang welcher die bewegliche Trennmembran **605** verlagert wird, erhalten werden.

[0169] Auf diese Weise wird der abgangsseitige Abschnitt der beweglichen Trennmembran **605** weit verlagert, wenn die Blase **606** anwächst, mit dem Ergebnis, daß das Anwachsen der Blase **606** vorwiegend in die Richtung der Ausstoßöffnung **601** übertragen wird, wodurch die Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **603** wirksam aus der Ausstoßöffnung **601** ausgestoßen wird.

[0170] Wenn sich die Blase **606** zusammenzieht, kehrt danach die bewegliche Trennmembran **605** in ihre nicht verformte Ausganglage zurück. Unter diesen Umständen wird die bewegliche Trennmembran **605** aus der nicht verformten Lage durch den Druck der zusammengezogenen Blase zu dem zweiten Flüssigkeitskanal

604 verlagert. Da die bewegliche Trennmembran **605** jedoch in der dargestellten Ausführungsform mit dem beweglichen Element zusammen ein einziges Teil bildet, kann die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **605** in Richtung des zweiten Flüssigkeitskanals **604** unterdrückt werden (Fig. 19C).

[0171] Folglich wird die Verminderung des Drucks in dem ersten Flüssigkeitskanal **603** unterdrückt, um das Ausmaß an Zurückziehen des Meniskus zu verringern, wodurch die Nachfülleigenschaft verbessert wird.

[0172] Ferner wird das Verschieben der Flüssigkeit in Richtung der Zugangsseite durch das bewegliche Element **631** unterdrückt, wodurch die Nachfülleigenschaft verbessert und die Kreuzkopplung vermindert wird.

[0173] Wie vorstehend erwähnt wurde, werden entsprechend der dargestellten Ausführungsform die Ausstoßflüssigkeit und die Blasenbildungsflüssigkeit unabhängig voneinander angeordnet, und es kann nur die Ausstoßflüssigkeit ausgestoßen werden. Folglich kann, selbst bei hochviskoser Flüssigkeit, wie z. B. Polyäthylenglykol, in welcher die Blase nicht ausreichend durch Wärme ausgebildet wird, woraus sich schlechter Ausstoß ergibt, durch Einspeisen dieser Flüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanal **603** und Einspeisen von Flüssigkeit (Flüssigkeitsmischung von ungefähr 1–2 cP mit Ethanol Wasser = 4 : 6), welche auf leichte Weise die Blase bilden kann, in den zweiten Flüssigkeitskanal **604** als Blasenbildungsflüssigkeit ein guter Ausstoß erreicht werden.

[0174] Ferner kann durch Auswahl von Flüssigkeit, welche keine Ablagerung von Gummi auf dem Wärmeerzeugungselement durch Wärme erzeugt, als Blasenbildungsflüssigkeit die Erzeugung von Blasen stabilisiert werden, und es kann guter Ausstoß erreicht werden.

[0175] In dem erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopf kann Flüssigkeit, wie z. B. hochviskose Flüssigkeit, mit hoher Ausstoßleistung und mit hoher Ausstoßkraft ausgestoßen werden, da die beschriebene Wirkung in der vorstehend dargestellten Ausführungsform erhalten werden kann.

[0176] Ferner wird, selbst wenn Flüssigkeit verwendet wird, die empfindlich gegenüber Erhitzen ist, solange wie diese Flüssigkeit dem ersten Flüssigkeitskanal **603** als Ausstoßflüssigkeit zugeführt wird und Flüssigkeit, die durch Hitze kaum verschlechtert wird und bequem Blasen erzeugen kann, dem zweiten Flüssigkeitskanal **604** zugeführt wird, die Flüssigkeit, die empfindlich gegenüber Erhitzen ist, keiner thermischen Entwertung unterworfen, und die Flüssigkeit kann mit höherer Ausstoßleistung und mit höherer Ausstoßkraft ausgestoßen werden.

[0177] In der dargestellten Ausführungsform mit der Anordnung, in welcher die bewegliche Trennmembran **605** das bewegliche Element **631** hat, das mit ihr einstückig ausgebildet ist, kann die Flüssigkeit bei höherer Geschwindigkeit mit höherer Ausstoßkraft und höherer Ausstoßleistung als bei herkömmlichen Flüssigkeitsausstoßgeräten ausgestoßen werden. Es kann eine Blasenbildungsflüssigkeit mit der vorstehend erwähnten Eigenschaft verwendet werden; in mehr spezifischer Weise kann die Blasenbildungsflüssigkeit Methanol, Ethanol, n-Propanol, Isopropanol, n-Hexan, n-Heptan, n-Oktan, Toluol, Xylol, Methylendichlorid, Trichlorethylen, Fleone TF, Fleone BF, Ethylether, Dioxan, Cyclohexan, Methylacetat, Ethylacetat, Aceton, Methylethylketon, Wasser und deren Mischungen sein.

[0178] Als Ausstoßflüssigkeit können ungeachtet von Vorhandensein/Nichtvorhandensein von Fähigkeit zur Blasenbildung und von thermischer Eigenschaft verschiedene Flüssigkeiten verwendet werden. Weiterhin kann selbst Flüssigkeit mit schlechtem Blasenbildungsvermögen, Flüssigkeit, die durch Wärme beeinträchtigt und verschlechtert wird, oder hochviskose Flüssigkeit, die auf herkömmliche Weise schwer auszustoßen waren, verwendet werden.

[0179] Es ist jedoch wünschenswert, daß die Eigenschaft der Ausstoßflüssigkeit, die Flüssigkeiten selbst und die Reaktion auf die Blasenbildungsflüssigkeit derart gewählt werden sollten, daß das Ausstoßen, die Blasenbildung und die Arbeitsweise der beweglichen Trennmembran und des beweglichen Elements nicht verhindert werden.

[0180] Als Ausstoßflüssigkeit für die Aufzeichnung kann hochviskose Tinte verwendet werden.

[0181] Als andere Ausstoßflüssigkeiten können Flüssigkeiten, wie z. B. medizinische Flüssigkeit oder Parfüm, die gegenüber Erwärmung empfindlich sind, verwendet werden.

[0182] Es werden Blasenbildungsflüssigkeit und Ausstoßflüssigkeit mit den nachstehenden Zusammenset-

zungen zum Ausführen von Aufzeichnung verwendet. Demzufolge kann sowohl eine Flüssigkeit mit hoher Viskosität von 150 cP als auch eine Flüssigkeit mit einer Viskosität von etwa 10 cP wirksam ausgestoßen werden, wodurch ein Bild von hoher Qualität erhalten wird.

Zusammensetzung der Blasenbildungsflüssigkeit 1

Ethanol	40 Gew.-%
Wasser	60 Gew.-%

Zusammensetzung der Blasenbildungsflüssigkeit 2

Wasser	100 Gew.-%

Zusammensetzung der Blasenbildungsflüssigkeit 3

Isopropylalkohol	10 Gew.-%
Wasser	90 Gew.-%

Zusammensetzung der Ausstoßflüssigkeit 1 (Pigmenttinte)

(Viskosität: etwa 15 cP)

Carbon Black	5 Gew.-%
Styrol-Acrylsäure-Ethylacrylat-Copolymer (Oxidation 140, mittleres Molekulargewicht 8000)	1 Gew.-%
Monoethanolamin	0,25 Gew.-%
Glyzerin	69 Gew.-%
Thiodigsocol	5 Gew.-%
Ethanol	3 Gew.-%
Wasser	16,75 Gew.-%

Zusammensetzung der Ausstoßflüssigkeit 2

(Viskosität: 55 cP)

Polyethylenglykol 200	100 Gew.-%

Zusammensetzung der Ausstoßflüssigkeit 3

(Viskosität: 150 cP)

Polyethylenglykol 600	100 Gew.-%

[0183] Im Fall einer Flüssigkeit, die herkömmlich als zu schwer auszustoßen angesehen wurde, wurde, da die Ausstoßgeschwindigkeit gering ist, einer Abweichung in der Ausstoßrichtung Vorschub geleistet, die Spritzgenauigkeit des Flüssigkeitspunkts auf ein Aufzeichnungsblatt war verschlechtert und es trat eine Abweichung in der Ausstoßmenge durch unstabiles Ausstoßen auf mit dem Ergebnis, daß es schwer war, ein Bild von hoher Qualität zu erhalten. Mit der Anordnung nach der dargestellten Ausführungsform kann jedoch die Erzeugung der Blase genügend und dauerhaft durch Verwenden der Blasenbildungsflüssigkeit erreicht werden. Folglich kann die Spritzgenauigkeit des Flüssigkeitströpfchens verbessert werden, und die Menge des Tintenausstoßes kann stabilisiert werden, wodurch die Qualität des aufgezeichneten Bildes bemerkenswert verbessert werden kann.

(Vierte Ausführungsform)

[0184] In den Herstellungsverfahren nach der zweiten und dritten Ausführungsform wurden, wenn die bewegliche Trennmembran auf dem Si-Wafer ausgebildet wird, die Verbindungselemente der beweglichen Membran zuerst ausgebildet, und dann wurde die bewegliche Membran ausgebildet. Das Verbindungselement als der Rahmen kann jedoch stattdessen an einer von den Oberflächen der Membran angeordnet werden und nicht

an beiden Oberflächen, wobei die bewegliche Trennmembran zuerst auf dem Si-Wafer ausgebildet werden kann. Selbst wenn die bewegliche Trennmembran zuerst ausgebildet wird und dann das Verbindungselement (und, wenn erforderlich, ein bewegliches Auslegerelement) ausgebildet wird, kann der gleiche Vorteil, wie z. B. gutes Handhabungsvermögen der Membran wie in der zweiten und dritten Ausführungsform, erreicht werden.

[0185] Ferner kann durch Verwendung der vorstehend beschriebenen Herstellungsverfahren die Handhabung in einem Zustand ausgeführt werden, in welchem die Deckplatte und die Membran miteinander eine Einheit bilden. Daher wird unter Bezugnahme auf Fig. 20A1 bis Fig. 20D2 als vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein Herstellungsverfahren beschrieben, in welchem die Handhabung in dem Zustand ausgeführt wird, daß die Deckplatte und die bewegliche Membran miteinander eine Einheit bilden. Fig. 20A1 bis Fig. 20D2 zeigen erläuternde Ansichten zum Erklären von Abläufen zum Herstellen eines Flüssigkeitsausstoßkopfs, in welchem eine Deckplatte und eine Trennmembran einstückig in einer Folge von Fig. 20A1 bis Fig. 20D2 hergestellt werden, wobei Fig. 20A1, Fig. 20B1, Fig. 20C1 und Fig. 20D1 perspektivische Ansichten zeigen und Fig. 20A2, Fig. 20B2, Fig. 20C2 und Fig. 20D2 Schnittansichten im Schnitt entlang einer Richtung senkrecht zu einer Vielzahl von Flüssigkeitskanälen zeigen.

[0186] Zuerst wird, wie in Fig. 20A1 und Fig. 20A2 dargestellt ist, ein Film aus Poly-p-Xylylen als eine bewegliche Trennmembran **5** auf einem Siliziumwafer ausgebildet.

[0187] Dann wird, wie in Fig. 20B1 und Fig. 20B2 dargestellt ist, eine Wandfläche **14** zum Begrenzen von Öffnungen, ersten Flüssigkeitskanälen und einer gemeinsamen Flüssigkeitskammer als ein SiN-Film z. B. durch ein μW-CVD-Verfahren ausgebildet. Dann wird Ätzen unter Verwendung eines bekannten Verfahrens, wie z. B. Photolithographie, ausgeführt, damit allein erwünschte Abschnitte zurückbleiben.

[0188] Dann wird, wie in Fig. 20C1 und Fig. 20C2 dargestellt ist, eine flache Platte **16** mit einem Durchgangsloch als einer Flüssigkeitszuführungsöffnung der gemeinsamen Flüssigkeitskammer, die vorher durch Ätzen ausgebildet wurde, an die Wandfläche **14** angefügt, durch welche die Flüssigkeitskanäle und die gemeinsame Flüssigkeitskammer begrenzt werden, wodurch die Deckplatte als eine Einheit mit der beweglichen Membran ausgebildet wird.

[0189] Danach wird der Siliziumwafer **17** entfernt, und die Baugruppe wird an das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat **1** (z. B. hergestellt durch das in Fig. 9A und Fig. 9B dargestellte Herstellungsverfahren in der zweiten Ausführungsform) mit den Flüssigkeitskanalwänden (wünschenswert aus SiN ausgebildet) der zweiten Flüssigkeitskanäle und den Widerstandselementen **2** zur Wärmeerzeugung angefügt, wodurch die Deckplatte und das Kopfsubstrat miteinander verbunden werden, wie in Fig. 20D1 und Fig. 20D2 dargestellt ist. Dabei bilden die bewegliche Trennmembran und die Flüssigkeitskanalwände **4A** die zweiten Flüssigkeitskanäle aus.

[0190] Danach kann durch Ausbilden der Ausstoßöffnungen in den Mündungsabschnitten durch Laserbearbeitung, die in der ersten Ausführungsform in Fig. 5A bis Fig. 5C dargestellt ist, der Flüssigkeitsausstoßkopf mit der beweglichen Trennmembran hergestellt werden.

[0191] Im Fall des Herstellungsverfahrens für den Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß der dargestellten Ausführungsform tritt keine Lageabweichung der Membran in bezug auf die Flüssigkeitskanäle auf, da die Flüssigkeitskanäle und die bewegliche Trennmembran in einem Stück ausgebildet werden können, und folglich kann ein Flüssigkeitsausstoßkopf mit hoher Zuverlässigkeit und keiner Abweichung im Ausstoßvermögen von Teil zu Teil geschaffen werden.

(Andere Ausführungsformen)

[0192] Während vorstehend die vorliegende Erfindung in bezug auf die hauptsächlichen Ausführungsformen erläutert wurde, werden nachstehend andere Ausführungsformen und Abwandlungen erläutert, welche an den Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung vorgenommen werden können. Von den nachstehenden Erläuterungen können Beispiele, ausgenommen bei spezieller Beschränkung, auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen angewendet werden.

<Aufbau des Bauelementsubstrats>

[0193] Zuerst wird das Bauelementsubstrat, das einen Teil der Flüssigkeitsausstoßköpfe gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen ausbildet, erläutert. Fig. 21 zeigt eine Schnittansicht zur Darstellung eines Abschnitts, der einem Wärmeerzeugungselement (Blasenerzeugungsbereich) eines Flüssigausstoß-

kopfsubstrats **1** entspricht. In Fig. 21 bezeichnet ein Bezugszeichen **101** ein Siliziumsubstrat, und **102** bezeichnet einen durch thermische Oxidation ausgebildeten Film als eine Wärmeansammlungsschicht. Ein Bezugszeichen **103** bezeichnet einen SiO_2- oder Si_2N_4-Film als einen Schichttrennungsfilm, der auch als eine Wärmeansammlungsschicht wirkt; **104** bezeichnet eine Widerstandsschicht; **106** bezeichnet einen SiO_2- oder Si_2N_4-Film als eine Schutzschicht; und **105** bezeichnet eine Verdrahtung, die aus Aluminium oder Aluminiumlegierung, wie z. B. Al-Si oder Al-Cu, hergestellt ist. Ein Bezugszeichen **107** bezeichnet einen Antikavitationsfilm zum Schützen der Schutzschicht **106** vor chemischem und physikalischem Schock, der durch das Aufheizen der Widerstandsschicht **104** verursacht wird; und **108** bezeichnet einen Wärmewirkabschnitt der Widerstandsschicht **104**, wo die Elektrodenverdrahtung **105** nicht ausgebildet ist.

[0194] Diese Ansteuerungselemente werden auf einem Si-Substrat durch ein Halbleiterverfahren ausgebildet, und ferner ist der Wärmewirkabschnitt auf dem gleichen Substrat ausgebildet.

[0195] Fig. 22 zeigt eine schematische Längsschnittansicht zur Darstellung der hauptsächlichen Bauelemente.

[0196] Ein P-MOS **450** ist in einem Wellbereich vom n-Typ und ein N-MOS **451** in einem Wellbereich vom p-Typ auf einem Si-Substrat **401**, das aus einem p-Leiter durch Einführung von Verunreinigungen und deren Diffusion, wie z. B. Ionenimplantation, durch Verwendung des generellen MOS-Prozesses hergestellt ist, ausgebildet. Der P-MOS **450** und der N-MOS **451** sind durch Gate-Leiterbahnen **415** aus Poly-Si, das in einer Dicke von 4.000 bis 5.000 Å durch ein CVD-Verfahren durch einen Gate-Isolationsfilm **408** mit einer Dicke von einigen Hundert Å abgeschieden wurde, Sourcebereiche **405** und Drainbereiche **406**, in welche Verunreinigungen vom n-Typ oder p-Typ eingebracht sind, ausgebildet, und es wird durch den P-MOS und den N-MOS eine C-MOS-Logik ausgebildet.

[0197] Ferner ist ein N-MOS-Transistor zur Elementansteuerung durch einen Drainbereich **411** und einen Sourcebereich **412** in dem p-Well-Substrat durch den Verunreinigungs- und Diffusionsprozeß ausgebildet.

[0198] In der dargestellten Ausführungsform, in welcher ein Beispiel erläutert wurde, in dem ein N-MOS-Transistor verwendet wird, ist der Transistor nicht auf den N-MOS-Transistor beschränkt, solange ein Transistor die Fähigkeit zum Ansteuern der Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen unabhängig voneinander hat und es ermöglicht, die vorstehend beschriebene feine Struktur zu erreichen.

[0199] Ferner sind zwischen den Elementen Trennbereiche **453** als oxidierte Filme mit einer Dicke von 5.000–10.000 Å durch Feldoxidation ausgebildet, um die Bauelemente voneinander zu trennen. Die Feldoxidationsfilme wirken unter dem Wärmewirkabschnitt **108** als erste Wärmeansammlungsschichten.

[0200] Nachdem die Bauelemente ausgebildet wurden, wird ein Isolationsfilm zur Trennung von Schichten mit einer Dicke von etwa 7.000 Å durch Abscheiden eines PSG-Films und eines BPSG-Films unter Verwendung des CVG-Verfahrens ausgebildet, und nach Glättung durch thermische Behandlung wird die Verdrahtung mit einer Aluminiumelektrode **417** als einer ersten Verdrahtungsschicht durch ein Kontaktloch ausgeführt. Danach wird ein Isolationsfilm **418** zur Trennung von Schichten, wie z. B. ein SiO_2-Film, mit einer Dicke von 10.000 bis 15.000 Å durch das Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet, und weiterhin wird $Ta_{0,8hex}$ als die Widerstandsschicht **104** mit einer Dicke von ungefähr 100 Å durch ein Gleichstrom-Kathodenzerstäubungsverfahren durch ein Durchgangsloch ausgebildet. Danach wird eine Aluminiumelektrode als eine zweite Verdrahtungsschicht zum Verdrahten der vielfältigen Bauelemente ausgebildet.

[0201] Als die Schutzschicht **106** wird ein Si_3N_4-Film mit einer Dicke von ungefähr 10.000 Å durch das Plasma-CVD-Verfahren ausgebildet. Als oberste Schicht wird ein Antikavitationsfilm **107**, der aus Ta hergestellt ist und eine Dicke von etwa 2.500 Å aufweist, ausgebildet.

<Grundprinzip des Ausstoßens von Flüssigkeit des Flüssigkeitsausstoßkopfs zur Verbesserung der Flüssigkeitsausstoßleistung>

[0202] Nachstehend wird für den Flüssigkeitsausstoßkopf mit der beweglichen Trennmembran wie in der vorliegenden Erfindung ein Grundprinzip des Ausstoßens zur weiteren Verbesserung der Ausstoßleistung unter Bezugnahme auf zwei Beispiele erläutert.

[0203] Fig. 23A–Fig. 23E bis Fig. 25A–Fig. 25C zeigen Ansichten zur Erläuterung eines Beispiels eines Ausstoßverfahrens des vorstehend beschriebenen Flüssigausstoßkopfs. Die Ausstoßöffnungen sind an Endberei-

chen der ersten Flüssigkeitskanäle angeordnet, und die verformbaren Bereiche der beweglichen Trennmembran, welche verformt werden, wenn die erzeugte Blase anwächst, sind an einer Zugangsseite der Ausstoßöffnungen (in bezug auf eine Strömungsrichtung der Flüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanälen) angeordnet. Ferner enthalten die zweiten Flüssigkeitskanäle die Blasenbildungsflüssigkeit oder werden mit der Blasenbildungsflüssigkeit aufgefüllt (vorzugsweise kann die Flüssigkeit belastet sein, und mehr vorzugsweise kann die Flüssigkeit verschoben werden), und jeder weist einen Blasenbildungsbereich auf.

[0204] In diesem Beispiel ist der Blasenbildungsbereich ebenfalls an der Zugangsseite der entsprechenden Ausstoßöffnung in bezug auf die Strömungsrichtung der Ausstoßflüssigkeit angeordnet. Die Trennmembran hat bewegliche Bereiche, die eine Länge haben, die länger ist als jedes elektrothermische Wandlerelement, und hat einen fest angeordneten Abschnitt zwischen den zugangsseitigen Enden der elektrothermischen Wandlerelemente und der gemeinsamen Flüssigkeitskammer für die ersten Flüssigkeitskanäle (vorzugsweise an den zugangsseitigen Enden). Dementsprechend kann der wirkliche bewegliche Bereich der Trennmembran aus Fig. 23A–Fig. 23E bis Fig. 25A–25E entnommen werden.

[0205] Die Zustände der beweglichen Trennmembran, die in diesen Figuren dargestellt sind, werden durch die Elastizität und die Dicke der Trennmembran selbst oder ein anderes zusätzliches Gebilde bestimmt.

[Erstes Ausstoßprinzip]

[0206] Fig. 23A bis Fig. 23E zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Erläuterung eines ersten Ausstoßverfahrens des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs.

[0207] In diesem Beispiel wird, wie in Fig. 23A bis Fig. 23E dargestellt ist, ein erster Flüssigkeitskanal **703**, der mit einer Ausstoßöffnung **711** in gerader Richtung in Verbindung steht, mit der ersten Flüssigkeit aufgefüllt, die aus einer ersten gemeinsamen Flüssigkeitskammer **743** zugeführt wird, und ein zweiter Flüssigkeitskanal **704** mit einem Blasenerzeugungsbereich **707** wird mit Blasenbildungsflüssigkeit, in welcher eine Blase durch Zuführen von Wärmeenergie zu der Flüssigkeit von einem Wärmeerzeugungselement **702** erzeugt wird, aufgefüllt. Eine bewegliche Trennmembran **705** zur Isolation des ersten Flüssigkeitskanals **703** und des zweiten Flüssigkeitskanals **704** voneinander ist zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **703** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **704** angeordnet. Ferner sind die bewegliche Trennmembran **705** und eine Öffnungsplatte **709** eng miteinander verbunden, um die Vermischung der Flüssigkeiten in den ersten und zweiten Flüssigkeitskanälen zu verhindern.

[0208] Normalerweise hat die bewegliche Trennmembran **705**, wenn die Membran durch die in dem Blasenbildungsbereich erzeugte Blase verlagert wird, keine Richtung oder neigt eher dazu, in Richtung der gemeinsamen Flüssigkeitskammer mit einem größeren Grad an Freiheit hinsichtlich einer Verlagerung vorzurücken.

[0209] In diesem Beispiel werden die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **705** und eine Vorrichtung zum Lenken der Richtung der Verlagerung der Membran betrachtet, wobei die Vorrichtung auf die bewegliche Trennmembran **705** direkt oder indirekt einwirkt, so daß die durch die Blase verursachte Verlagerung (Verschiebung, Ausdehnung oder Verlängerung) der beweglichen Trennmembran **705** zu der Ausstoßöffnung hin gerichtet ist.

[0210] In einem in Fig. 23A dargestellten Ausgangszustand wird die Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** durch eine Kapillarkraft in die Nähe der Ausstoßöffnung **711** gezogen. In diesem Beispiel ist die Ausstoßöffnung **711** an einer Abgangsseite eines auf den ersten Flüssigkeitskanal **703** projizierten Bereichs des Wärmeerzeugungselements **702** in bezug auf die Richtung der Strömung der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** angeordnet.

[0211] In diesem Zustand wird, wenn dem Wärmeerzeugungselement **702** (in diesem Beispiel einem Widerstandskörper zur Wärmeerzeugung mit einer Abmessung von 40 µm × 105 µm) Wärmeenergie zugeführt wird, das Wärmeerzeugungselement **702** schnell aufgeheizt, mit dem Ergebnis, daß die zweite Flüssigkeit in dem Blasenerzeugungsbereich **707** erhitzt wird, um eine Blase **706** zu erzeugen (Fig. 23B). Die Blase **706** wird durch einen Filmsiedevorgang, der in dem Dokument US-4 723 129 offenbart ist, mit sehr hohem Druck auf der gesamten Oberfläche des Wärmeerzeugungselements **702** erzeugt. Der unter diesen Umständen erzeugte Druck pflanzt sich als eine Druckwelle durch die zweite Flüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **704** fort und wirkt dann auf die bewegliche Trennmembran **705** ein, mit dem Ergebnis, daß die bewegliche Trennmembran **705** verlagert wird, um das Ausstoßen der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** zu starten.

[0212] Wenn die Blase **706**, die auf der gesamten Oberfläche des Wärmeerzeugungselements **702** erzeugt wurde, schnell anwächst, nimmt die Blase eine Filmform an (Fig. 23C). Die Ausdehnung der Blase **706** durch den sehr hohen Druck in der Anfangsphase der Blasenerzeugung verursacht, daß die bewegliche Trennmembran **705** weiter verlagert wird, mit dem Ergebnis, daß das Ausstoßen der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** aus der Ausstoßöffnung **711** gefördert wird.

[0213] Danach wird die Verlagerung der beweglichen Trennmembran groß, wenn die Blase **706** weiter angewachsen ist (Fig. 23D). Bis zu dem in Fig. 23D dargestellten Zustand fährt die bewegliche Trennmembran **705** fort, derart anzuwachsen, daß die Verlagerung einer Zugangsseite **705A** der beweglichen Trennmembran **705** (in bezug auf einen mittleren Abschnitt **705C**, der sich gegenüber dem Wärmeerzeugungsbereich **702** befindet) im wesentlichen gleich der einer Abgangsseite **705B** wird.

[0214] Danach werden, wenn die Blase **706** weiter angewachsen ist, die Blase **706** und die bewegliche Trennmembran **705**, die die Verlagerung fortsetzt, zu der Ausstoßöffnung hin verlagert (die Verlagerung der Abgangsseite **705B** wird größer als die der Zugangsseite **705A**), mit dem Ergebnis, daß die erste Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** in gerader Richtung zu der Ausstoßöffnung **711** hin verschoben wird (Fig. 23E).

[0215] Auf diese Weise wird die Ausstoßleistung weiter verbessert, da die bewegliche Trennmembran **705** zu der Ausstoßöffnung hin verschoben wird, um die Flüssigkeit in gerader Richtung zu der Ausstoßöffnung hin zu verschieben. Ferner ist die verschobene Menge der Flüssigkeit zu der Zugangsseite relativ vermindert, mit dem Ergebnis, daß das Nachfüllen der Flüssigkeit in die Düsen (insbesondere in den verformbaren Bereich der beweglichen Trennmembran **705**) (Auffüllung von der Zugangsseite her) verbessert ist.

[0216] Ferner können die Ausstoßleistung und die Nachfüllleistung weiter verbessert werden, wenn, wie in Fig. 23D und Fig. 23E dargestellt, die bewegliche Trennmembran **705** selbst zu der Ausstoßöffnung aus dem in Fig. 23D dargestellten Zustand zu dem in Fig. 23E dargestellten Zustand verlagert wird, und die erste Flüssigkeit in dem auf den ersten Flüssigkeitskanal **703** projizierten Bereich des Wärmeerzeugungselements **702** kann in Richtung der Ausstoßöffnung verschoben werden, wodurch die Ausstoßmenge erhöht wird.

[Zweites Ausstoßprinzip]

[0217] Fig. 24A und Fig. 24E zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Erläuterung eines zweiten Ausstoßverfahrens des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs. Da dieses Beispiel im wesentlichen das gleiche ist wie das erste Ausstoßprinzip, erfolgt die Erläuterung unter Verwendung der gleichen Bezugszeichen.

[0218] In einem in Fig. 24A dargestellten Ausgangszustand, wird, ähnlich wie in Fig. 23A, die Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** durch Kapillarkraft in die Nähe der Ausstoßöffnung **711** gezogen. In diesem Beispiel ist die Ausstoßöffnung **711** an einer Abgangsseite eines auf den ersten Flüssigkeitskanal **703** projizierten Bereichs des Wärmeerzeugungselements **702** angeordnet.

[0219] In diesem Zustand wird das Wärmeerzeugungselement **702** schnell aufgeheizt, wenn dem Wärmeerzeugungselement **702** Wärmeenergie zugeführt wird, mit dem Ergebnis, daß die zweite Flüssigkeit in dem Blasenbildungsbereich **707** erhitzt wird, um die Blase **706** zu erzeugen (Fig. 24B). Der dabei erzeugte Druck pflanzt sich als eine Druckwelle durch die zweite Flüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **704** fort und wirkt dann auf die bewegliche Trennmembran **705** ein, mit dem Ergebnis, daß die bewegliche Trennmembran **705** verlagert wird, um das Ausstoßen der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** zu starten.

[0220] Wenn die Blase **706**, die auf der gesamten Oberfläche des Wärmeerzeugungselements **702** erzeugt wurde, schnell anwächst, nimmt die Blase eine Filmform an (Fig. 24C). Die Ausdehnung der Blase **706** durch den sehr hohen Druck in der Anfangsphase der Blasenerzeugung verursacht, daß die bewegliche Trennmembran **705** weiter verlagert wird, mit dem Ergebnis, daß das Ausstoßen der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** aus der Ausstoßöffnung **711** gefördert wird. Hierbei wird, wie in Fig. 24C dargestellt ist, in der beweglichen Trennmembran **705** von unmittelbar nach dem Ausgangszustand an eine Abgangsseite **715B** des beweglichen Bereichs der Membran weiter als eine Zugangsseite **715A** verlagert. Dementsprechend wird die erste Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** aus dem Anfangszustand wirksam zu der Ausstoßöffnung **711** hin verschoben.

[0221] Danach wird die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **705** groß, wenn die Blase **706** weiter

angewachsen ist, da die Verlagerung der beweglichen Trennmembran **705** und das Anwachsen der Blase aus dem in Fig. 24C dargestellten Zustand gefördert werden (Fig. 24D). Insbesondere wird die erste Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** direkt in Richtung der Ausstoßöffnung beschleunigt, da die Abgangsseite **715B** des beweglichen Bereichs zu der Ausstoßöffnung weiter verlagert wird als die Zugangsseite **715A** und ein mittlerer Abschnitt **715C**, und es wird nur eine kleine Menge an Flüssigkeit zu der Zugangsseite hin verschoben, da die Auslenkung der Zugangsseite **714A** während des gesamten Vorgangs klein ist.

[0222] Demzufolge kann die Ausstoßleistung (insbesondere die Ausstoßgeschwindigkeit) verbessert werden, und das Nachfüllen der Flüssigkeit in den Düsen und das Volumen des ausgestoßenen Flüssigkeitströpfchens kann stabilisiert werden.

[0223] Danach werden die Abgangsseite **715B** und der mittlere Abschnitt **715C** der beweglichen Trennmembran **705** weiter in Richtung der Ausstoßöffnung verlagert und ausgedehnt, wenn die Blase **706** weiter angewachsen ist, wodurch die vorstehend erwähnte Wirkung erreicht wird (d. h., Verbesserung der Ausstoßleistung und der Ausstoßgeschwindigkeit) (Fig. 24E). Insbesondere wird in der Anordnung der beweglichen Trennmembran **705** unter diesen Umständen, da nicht nur die Verlagerung der Schnittanordnung sondern auch eine Verlagerung und Ausdehnung in der Breitenrichtung des Flüssigkeitskanals ebenfalls groß wird, ein Wirkbereich zum Verschieben der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** in Richtung der Ausstoßöffnung groß, wodurch die Ausstoßleistung dementsprechend verbessert wird. Da die verformte Anordnung der beweglichen Trennmembran **705** hierbei einer menschlichen Nase ähnlich ist, wird sie als "Nasengestalt" bezeichnet. Wie in Fig. 24E dargestellt ist, weist diese Nasengestalt eine "S"-förmige Anordnung, in welcher ein Punkt B, welcher in dem Ausgangszustand an der Zugangsseite war, an einem Punkt A, welcher in dem Ausgangszustand an der Abgangsseite war, positioniert ist, oder, wie in Fig. 24E dargestellt ist, eine Anordnung, in welcher die Punkte A und B an einer annähernd gleichen Position angeordnet sind, auf.

[Beispiele der Verlagerung der beweglichen Trennmembran]

[0224] Fig. 25A bis Fig. 25C zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Erläuterung von Verlagerungsschritten der beweglichen Trennmembran während des Ausstoßvorgangs des erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs.

[0225] In diesem Beispiel werden bei der Darstellung die Blase, der erste Flüssigkeitskanal und die Ausstoßöffnung weggelassen, da eine Erläuterung insbesondere hinsichtlich der Veränderungen in dem beweglichen Bereich und der Verlagerung der beweglichen Trennmembran erfolgt; in diesen Figuren ist als grundlegende Anordnung der Projektionsbereich des Wärmeerzeugungselements **702** in dem zweiten Flüssigkeitskanal **704** der Blasenbildungsbereich **707**, und der zweite Flüssigkeitskanal **704** und der erste Flüssigkeitskanal **703** sind immer weitgehend voneinander isoliert (d. h., während der Verlagerung aus dem Ausgangszustand). Ferner ist die Ausstoßöffnung an einer Abgangsseite des abgangsseitigen Endes (dargestellt durch eine Linie H) des Wärmeerzeugungselements **702** angeordnet, und der Zuführungsabschnitt für die erste Flüssigkeit ist an einer Zugangsseite angeordnet. Nachstehend werden die Bezeichnungen "Zugangsseite" und "Abgangsseite" in bezug auf den mittleren Abschnitt des beweglichen Bereichs der beweglichen Trennmembran **705** in der Strömungsrichtung der Flüssigkeit in dem Flüssigkeitskanal verwendet.

[0226] In einem in Fig. 25A dargestellten Beispiel ist die bewegliche Trennmembran **705** allmählich in der Folge ((1)→(2)→(3)) aus dem Ausgangszustand so verlagert, daß die Abgangsseite aus dem Ausgangszustand weiter verlagert ist als die Zugangsseite, wodurch insbesondere die Ausstoßgeschwindigkeit verbessert werden kann, da das eine Arbeitsweise zum Verbessern der Ausstoßleistung und zum Verschieben der ersten Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **703** zu der Ausstoßöffnung hin durch die abgangsseitige Verschiebung schafft. In Fig. 25A ist übrigens der bewegliche Bereich im wesentlichen konstant.

[0227] In einem in Fig. 25B dargestellten Beispiel ist der bewegliche Bereich der beweglichen Trennmembran **705** erweitert, wenn die bewegliche Trennmembran nach und nach in der Folge ((1)→(2)→(3)) verlagert wird. In diesem Beispiel ist ein zugangsseitiges Ende des verlagerbaren Bereichs fest angeordnet. Da die Abgangsseite der beweglichen Trennmembran **705** weiter als die Zugangsseite verlagert wird und das Anwachsen der Blase selbst zu der Ausstoßöffnung hin gerichtet werden kann, kann die Ausstoßleistung weiter erhöht werden.

[0228] In einem in Fig. 25C dargestellten Beispiel sind die Abgangsseite und die Zugangsseite in dem gleichen Ausmaß verlagert, oder die Zugangsseite ist weiter als die Abgangsseite verlagert, während die bewegliche Trennmembran **705** aus dem Ausgangszustand (1) in einen Zustand (2) verlagert ist; wenn jedoch die Blase von einem Zustand (3) zu einem Zustand (4) weiter anwächst, wird die Abgangsseite der beweglichen

Trennmembran weiter verlagert als die Zugangsseite. Demzufolge kann die erste Flüssigkeit oberhalb des beweglichen Bereichs ebenfalls zu der Ausstoßöffnung hin verschoben werden, wodurch die Ausstoßleistung verbessert und die Ausstoßmenge vergrößert wird.

[0229] Ferner wird in dem in Fig. 25C dargestellten Zustand (4), da ein gewisser Punkt U auf der beweglichen Trennmembran **705** näher zu der Ausstoßöffnung als ein Punkt D, welcher an der Abgangsseite des Punkts U in dem Ausgangszustand positioniert war, angeordnet ist, die Ausstoßleistung weiter durch den Abschnitt, der zu der Ausstoßöffnung hin vorsteht, erhöht. Diese Gestalt wird übrigens genauso benannt wie die vorstehend erwähnte Nasengestalt.

[0230] Obwohl die Flüssigkeitsausstoßverfahren mit den vorstehend beschriebenen Schritten oder Vorgängen in die vorliegende Erfindung eingeschlossen sind, werden die in Fig. 25A bis Fig. 25C dargestellten Verfahren nicht notwendigerweise unabhängig voneinander gehandhabt, sondern es können auch jeweilige Schritte in die vorliegende Erfindung eingeschlossen sein. Ferner kann der Schritt, der die in Fig. 25C dargestellte Nasengestalt aufweist, auf die in Fig. 25A und Fig. 25B dargestellten Verfahren angewendet werden. Die dargestellte Dicke der beweglichen Trennmembran definiert nicht die tatsächliche Dicke.

<Vorrichtung zum Lenken der Richtung für die bewegliche Trennmembran>

[0231] Nachstehend wird eine Lenkungsvorrichtung zum Lenken der Verlagerung (Verschiebung, Ausdehnung oder Verlängerung) der beweglichen Trennmembran, die durch die Blase in Richtung der Ausstoßöffnung verursacht wird, um die vorstehend erwähnten Ausstoßprinzipien zu verwirklichen, unter Verwendung von Beispielen 1 bis 6 erläutert.

[Beispiel 1]

[0232] Fig. 26A bis Fig. 26C zeigen Ansichten zur Darstellung eines ersten Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend erwähnten Lenkungsvorrichtung, wobei Fig. 26A eine Schnittansicht (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines Zustands ohne Blasenbildung zeigt, Fig. 26B eine Schnittansicht (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines Blasenbildungszustands zeigt und Fig. 26C eine Ansicht zur Darstellung eines Aufbaus eines zweiten Flüssigkeitskanals zeigt.

[0233] Wie in Fig. 26A bis Fig. 26C dargestellt ist, ist in dem ersten Beispiel ein zweiter Flüssigkeitskanal **804** für Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **810**, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **802** zum Erzeugen von Wärmeenergie zum Erzeugen einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet, und ein erster Flüssigkeitskanal **803**, der mit einer Ausstoßöffnung **801** in gerader Richtung in Verbindung steht, ist auf dem zweiten Flüssigkeitskanal angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **805**, die aus einer Dünnschicht, die aus anorganischem Material mit Elastizität ausgebildet ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **803** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **804** angeordnet, so daß die Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **803** von der Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **804** durch die bewegliche Trennmembran **805** isoliert ist.

[0234] Beim Erhitzen des Wärmeerzeugungselements **802** wirkt Wärme auf die Blasenbildungsflüssigkeit in einem Blasenerzeugungsbereich **807** zwischen der beweglichen Trennmembran **805** und dem Wärmeerzeugungselement **802** mit dem Ergebnis ein, daß in der Blasenbildungsflüssigkeit eine Blase durch eine Filmsiedeerscheinung erzeugt wird. Der Druck von der Blase wirkt vorzugsweise auf die bewegliche Trennmembran **805** mit dem Ergebnis ein, daß die bewegliche Trennmembran **805** verlagert wird, um weit in Richtung der Ausstoßöffnung **801** ausgedehnt zu werden, wie in Fig. 26B dargestellt ist. Folglich ist der Druck der Blase, die in dem Blasenbildungsbereich **807** erzeugt wird, zu der Ausstoßöffnung **801** hin gerichtet.

[0235] In diesem Beispiel ist der zweite Flüssigkeitskanal **804** zu einer abgangsseitigen Richtung des Blasenbildungsbereichs **807** hin, der unmittelbar über dem Wärmeerzeugungselement **802** angeordnet ist, verlängert, so daß ein Strömungswiderstand in dem Abgang des Wärmeerzeugungselements **802** mit dem Ergebnis klein wird, daß der Druck der Blase, der durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements **802** erzeugt wird, vorwiegend in die Abgangsrichtung gerichtet ist. Mit dieser Anordnung wird die bewegliche Trennmembran ebenfalls in die Abgangsrichtung verlagert, wodurch hohe Ausstoßleistung und Ausstoßkraft erzielt werden.

[0236] Ferner kann durch Regulierung der Größe der Blase in dem zweiten Flüssigkeitskanal der Effekt gestartet werden, sobald die Blase erzeugt ist, da die Regulierung direkt auf die Blase selbst einwirkt. Da die be-

wegliche Trennmembran **805** durch das Zusammenziehen der Blase (Verminderung des Drucks) schnell in die Ausgangslage (nicht verformter Zustand) zurückkehrt, wenn sich die Blase **806** zusammenzieht, kann ferner die Wirkrichtung des Drucks gesteuert werden, und die Nachfüllgeschwindigkeit der Ausstoßflüssigkeit in den ersten Flüssigkeitskanal **803** wird erhöht, wodurch ein beständiger Ausstoß selbst beim Aufzeichnen mit hoher Geschwindigkeit erreicht wird.

[Beispiel 2]

[0237] Fig. 27A und Fig. 27B zeigen Ansichten zur Darstellung eines zweiten Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend erwähnten Lenkungsvorrichtung, wobei Fig. 27A eine Schnittansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 26B eine Schnittansicht zur Darstellung eines Blasenbildungszustands zeigt.

[0238] Wie in Fig. 27A und Fig. 27B dargestellt ist, ist in diesem Beispiel eine Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals **814**, die näher zu der Ausstoßöffnung als das Wärmeerzeugungselement **802** liegt, abgeschrägt, so daß sie sich der Ausstoßöffnung nähert. Mit dieser Anordnung wird der Strömungswiderstand des Blasenerzeugungsbereichs **807** und dessen Umgebung in Richtung der Ausstoßöffnung kleiner, mit dem Ergebnis, daß der Druck einer Blase **816**, die durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements **802** erzeugt wird, vorwiegend auf die Ausstoßöffnung gerichtet ist, wodurch eine hohe Ausstoßleistung und eine hohe Ausstoßkraft erhalten werden.

[0239] Fig. 28A und Fig. 28B zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung von Abwandlungen des in Fig. 27A und Fig. 27B dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs, wobei Fig. 28A eine Ansicht zur Darstellung eine Abwandlung zeigt, in welcher ein Teil der Wand des zweiten Flüssigkeitskanals in Stufenform ausgebildet ist, und Fig. 28B eine Ansicht zur Darstellung einer Abwandlung zeigt, in welcher ein Teil einer Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals so ausgebildet ist, daß er einen Krümmungsradius aufweist.

[0240] In der in Fig. 28A dargestellten Abwandlung ist eine Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals **824**, die näher zu der Ausstoßöffnung als das Wärmeerzeugungselement **802** liegt, abgestuft, so daß sie sich der Ausstoßöffnung annähert, und in der in Fig. 28B dargestellten Abwandlung ist eine Wand eines zweiten Flüssigkeitskanals **834**, die näher zu der Ausstoßöffnung als das Wärmeerzeugungselement **802** liegt, gekrümmt (mit einem Krümmungsradius), um sich der Ausstoßöffnung anzunähern. Mit diesen Anordnungen wird in beiden Fällen der Strömungswiderstand des Blasenbildungsbereichs **807** und dessen Umgebung in Richtung der Ausstoßöffnung kleiner, mit dem Ergebnis, daß der Druck der Blase, die durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements **902** erzeugt wird, vorwiegend zu der Ausstoßöffnung hin gerichtet ist, wodurch hohe Ausstoßleistung und Ausstoßkraft, wie in dem in Fig. 27A und Fig. 27B dargestellten Beispiel, erhalten werden.

[Beispiel 3]

[0241] Fig. 29A und Fig. 29B zeigen Ansichten zur Darstellung eines dritten Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend erwähnten Lenkungsvorrichtung, wobei Fig. 29A eine Draufsicht zur Darstellung einer Lagebeziehung zwischen einem zweiten Flüssigkeitskanal und einem Wärmeerzeugungselement und Fig. 29B eine perspektivische Ansicht von Fig. 29A zeigt (eine Ausstoßöffnung ist in Fig. 29A links angeordnet).

[0242] In dem zweiten Flüssigkeitskanal gemäß diesem Beispiel ist, wie in Fig. 29A und Fig. 29B dargestellt ist, in der Nähe des Wärmeerzeugungselements **842** eine Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals **844** nach und nach von einer Zugangsseite zu einer Abgangsseite auf geweitet.

[0243] Nachstehend wird ein Ausstoßvorgang des Flüssigkeitsausstoßkopfs mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau ausführlich erläutert.

[0244] Fig. 30A bis Fig. 30E zeigen Ansichten zum Erläutern eines Ausstoßvorgangs des in Fig. 29A und Fig. 29B dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs in Zeitrafferweise, wobei (A) in Fig. 30A bis Fig. 30E (linke Figuren) Schnittansichten im Schnitt entlang einer Linie B-B in Fig. 29A, (B) in Fig. 30A bis Fig. 30E (mittlere Figuren) Schnittansichten entlang einer Linie A-A in Fig. 29A, und (C) in Fig. 30A bis Fig. 30E (rechte Figuren) Schnittansichten im Schnitt entlang einer Linie C-C in Fig. 29A zeigen.

[0245] In Fig. 30A wird dem Wärmeerzeugungselement **842** keine elektrische Energie zugeführt, damit das

Wärmeerzeugungselement **842** keine Wärme erzeugt. Eine bewegliche Trennmembran **845** ist an einer ersten Position, die weitgehend parallel zu einem Substrat **820** ist, angeordnet.

[0246] Wenn dem Wärmeerzeugungselement **842** elektrische Energie zugeführt wird, wird ein Teil der Blasenbildungsflüssigkeit, die in einen Blasenbildungsbereich **847** eingefüllt ist, durch die von dem Wärmeerzeugungselement **842** erzeugte Wärme aufgeheizt, wodurch eine Blase **846** durch Filmsieden erzeugt wird (Fig. 30B).

[0247] Die erzeugte Blase **846** wächst durch die Wärme von dem Wärmeerzeugungselement **842** schnell an. Hierbei wächst ein mittlerer Abschnitt der Blase an dem mittleren Abschnitt stark an, da der zweite Flüssigkeitskanal **844** die in Fig. 29A und Fig. 29B dargestellte Gestalt hat, und beide Endabschnitte der Blase wachsen an der Abgangseite mit dem Ergebnis stark an, daß die bewegliche Trennmembran **845** entsprechend verlagert wird (Fig. 30C).

[0248] Wenn die Blase **846** weiter anwächst, wächst der mittlere Abschnitt der Blase an der Abgangsseite am meisten an, mit dem Ergebnis, daß die Abgangsseite der beweglichen Trennmembran **845** weit verlagert wird (Fig. 30D).

[0249] Danach kehrt die verformte bewegliche Trennmembran **845** durch Unterdruck infolge des Zusammenziehens der Blase **846** und einer Wiederherstellungskraft durch die Federeigenschaft der beweglichen Trennmembran **845** selbst zu ihrer Ausgangslage zurück (Fig. 30E), wenn sich durch die Verminderung des inneren Drucks der Blase die Blase **846** zusammenzieht und sie verschwindet (charakteristisches Merkmal des Vorgangs des Filmsiedens).

[0250] Auf diese Weise wird der Druck, der durch die Erzeugung der Blase **846** verursacht wird, allmählich vorwiegend in die abgangsseitige Richtung (d. h., zu der Ausgangsöffnung hin) gelenkt.

[0251] Demzufolge wird der Strömungswiderstand an dem Blasenbildungsbereich **847** und in dessen Umgebung in Richtung der Ausstoßöffnung kleiner, mit dem Ergebnis, daß der Druck der Blase **846**, der durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements **842** erzeugt wird, vorwiegend zu der Ausstoßöffnung hin gelenkt wird, wodurch hohe Ausstoßleistung und Ausstoßkraft erreicht werden. Ferner kann die erste Flüssigkeit in dem projizierten Abschnitt des Wärmeerzeugungselements **842** in Richtung der Ausstoßöffnung verschoben werden, wodurch die Ausstoßmenge erhöht wird.

[0252] Fig. 31A bis Fig. 31C zeigen Ansichten zur Darstellung von Abwandlungen des Flüssigkeitsausstoßkopfs von Fig. 29A und Fig. 29B, wobei Fig. 31A eine Ansicht zur Darstellung einer Abwandlung zeigt, in welcher die Breite des zweiten Flüssigkeitskanals in der Nähe des Wärmeerzeugungselements nach und nach auf stufenförmige Weise von der Zugangsseite zu der Abgangsseite aufgeweitet ist, Fig. 31B eine Ansicht zur Darstellung einer Abwandlung zeigt, in welcher die Breite des zweiten Flüssigkeitskanals in der Nachbarschaft des Wärmeerzeugungselements nach und nach aufgeweitet ist, um einen bestimmten Krümmungsradius von der Zugangsseite zu der Abgangsseite zu haben, und Fig. 31C eine Ansicht zur Darstellung einer Abwandlung zeigt, in welcher die Breite des zweiten Flüssigkeitskanals in der Nähe des Wärmeerzeugungselements nach und nach in einer Umkehrung der Krümmung von der Zugangsseite zu der Abgangsseite aufgeweitet ist. In diesen Figuren ist die Ausstoßöffnung an der linken Seite angeordnet.

[0253] In der in Fig. 31A dargestellten Abwandlung ist die Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals **854** in der Nähe eines Wärmeerzeugungselements **842** nach und nach auf stufenförmige Weise von der Zugangsseite zu der Abgangsseite aufgeweitet, in der in Fig. 31B dargestellten Abwandlung ist die Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals **864** in der Nachbarschaft des Wärmeerzeugungselements **842** nach und nach aufgeweitet, um einen bestimmten Krümmungsradius von der Zugangsseite zu der Abgangsseite zu haben, und in der in Fig. 31C dargestellten Abwandlung ist die Breite eines zweiten Flüssigkeitskanals **847** in der Nähe des Wärmeerzeugungselements **842** nach und nach in einer Umkehrung der Krümmung (in bezug auf Fig. 31B) von der Zugangsseite zu der Abgangsseite aufgeweitet. Daher wird in jedem der Fälle der Strömungswiderstand an einem Blasenbildungsbereich **847** und dort herum in Richtung der Ausstoßöffnung kleiner, mit dem Ergebnis, daß der Druck der Blase, der durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements erzeugt wird, vorwiegend zu der Ausstoßöffnung hin gelenkt wird, wodurch hohe Ausstoßleistung und Ausstoßkraft erreicht werden.

[Beispiel 4]

[0254] Fig. 32 zeigt eine Schnittansicht (im Schnitt entlang einer Richtung eines Flüssigkeitskanals) zur Dar-

stellung eines vierten Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend erwähnten Lenkungsvorrichtung.

[0255] Wie in Fig. 32 dargestellt ist, ist in diesem Beispiel ein zweiter Flüssigkeitskanal **904** für Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **908** angeordnet, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **902** (in diesem Beispiel ein Widerstandskörper zur Wärmeerzeugung mit einer Abmessung von 40 µm × 105 µm) für die Erzeugung von Wärmeenergie zum Erzeugen einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet, und ein erster Flüssigkeitskanal **903**; der mit einer Ausstoßöffnung **901** in gerader Richtung in Verbindung steht, ist in dem zweiten Flüssigkeitskanal angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **905**, die aus einer Dünnschicht, die aus anorganischem Material mit Elastizität hergestellt ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **903** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** so angeordnet, daß Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **903** von Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** durch die bewegliche Trennmembran **905** abgetrennt ist.

[0256] Durch Aufheizen des Wärmeerzeugungselements **902** wird durch die Erscheinung des Filmsiedens in der Blasenbildungsflüssigkeit eine Blase erzeugt. In dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** wirkt, wenn ein Strömungswiderstand R_1 an einer Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **904** größer als ein Strömungswiderstand R_2 an der Zugangsseite gewählt wird, eine abgangsseitige Komponente des Drucks in der Blase an der Abgangsseite der Mitte des Wärmeerzeugungselements **902** vorzugsweise an der beweglichen Trennmembran **905**; andererseits wirkt eine zugangsseitige Komponente nicht nur auf die bewegliche Trennmembran **905** ein, sondern wirkt auch auf die Zugangsseite ein.

[0257] Dadurch wird die bewegliche Trennmembran **905** weit zu der Ausstoßöffnung hin verlagert, wenn sich das Wachstum der Blase fortsetzt. Demzufolge ist der Druck der Blase, die in einem Blasenbildungsbereich **907** erzeugt wird, zu der Ausstoßöffnung **901** hin gerichtet.

[0258] Nachstehend wird ein Ausstoßvorgang des Flüssigkeitsausstoßkopfs mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau ausführlich erläutert.

[0259] Fig. 33A bis Fig. 33D zeigen Ansichten zur Erläuterung der Arbeitsweise des in Fig. 32 dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs.

[0260] In Fig. 33A wird dem Wärmeerzeugungselement **902** keine Energie, wie z. B. elektrische Energie, zugeführt, damit von dem Wärmererzeugungselement **902** keine Wärme erzeugt wird.

[0261] Wenn dem Wärmeerzeugungselement **902** elektrische Energie zugeführt wird, wird ein Teil der in den Blasenerzeugungsbereich **907** eingefüllten Blasenbildungsflüssigkeit durch die von dem Wärmeerzeugungselement **902** erzeugte Wärme erhitzt, wodurch durch Filmsieden eine Blase **906** erzeugt wird. Wenn die Blase **906** erzeugt wird, wird die bewegliche Trennmembran **905** durch den Druck in der Blase **906** aus einer ersten Position in eine zweite Position verlagert (Fig. 33B).

[0262] Es ist wichtig, daß, wie vorstehend erwähnt, in dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** der Strömungswiderstand an der Abgangsseite (Ausstoßöffnungsseite) der Mitte des Wärmeerzeugungselements **902** größer als der Strömungswiderstand an der Zugangsseite gewählt wird, so daß die abgangsseitige Druckkomponente des Drucks in der Blase vorzugsweise auf die bewegliche Trennmembran **905** einwirkt.

[0263] Wenn die Blase **906** weiter angewachsen ist, ist eine waagerechte Komponente der abgangsseitigen Druckkomponente durch den zugangsseitigen Strömungswiderstand nach oben gerichtet. Demzufolge wirkt fast die ganze abgangsseitige Druckkomponente vorzugsweise auf die bewegliche Trennmembran **905** ein, wodurch die bewegliche Trennmembran **905** stärker zu dem ersten Flüssigkeitskanal **903** hin verlagert wird. Folglich ist die bewegliche Trennmembran **905** stark in Richtung einer Ausstoßöffnung **901** gewölbt (Fig. 33C).

[0264] Auf diese Weise ist die Blase **906** durch allmähliches Verlagern des abgangsseitigen Abschnitts der beweglichen Trennmembran **905** zu der Ausstoßöffnung **901** hin entsprechend dem Anwachsen der Blase **906** in der Abgangsrichtung angewachsen, und die bewegliche Trennmembran **905** ist stark in Richtung der Ausstoßöffnung gewölbt, wobei der Druck der Blase **906** einheitlich zu der Ausstoßöffnung **901** hin gerichtet ist. Demzufolge ist die Ausstoßleistung für das Ausstoßen der Flüssigkeit aus der Ausstoßöffnung **901** verbessert. Wenn der Blasendruck zu der Ausstoßöffnung **901** gerichtet ist, behindert die bewegliche Trennmembran **905** diese fast nicht, mit dem Ergebnis, daß die Fortpflanzungsrichtung des Drucks und die Richtung des Anwachsens der Blase **906** entsprechend der Größe des fortgepflanzten Drucks wirksam gesteuert werden können.

[0265] Wenn sich die Blase **906** durch Verminderung des inneren Drucks der Blase zusammengezogen hat und verschwunden ist (charakteristische Eigenschaft der Erscheinung des Filmsiedens), wird danach die bewegliche Trennmembran **905**, welche zu der zweiten Position verlagert wurde, durch den Unterdruck infolge des Zusammenziehens der Blase **906** zu dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** über die erste Position verlagert und kehrt dann in die in Fig. 33A dargestellte Ausgangsposition (erste Position) zurück (Fig. 33D). Wenn die Blase verschwunden ist, strömt die Flüssigkeit von der Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer (dargestellt durch Pfeile V_{D1}, V_{D2}) und von der Seite der Ausstoßöffnung **901** (dargestellt durch einen Pfeil V_C) zurück, um das Volumen entsprechend der ausgestoßenen Flüssigkeit auszugleichen. Auf ähnliche Weise strömt die Flüssigkeit in den zweiten Flüssigkeitskanal **904** von der Zugangsseite her ein.

[0266] Nachstehend erfolgt eine ergänzende Erläuterung des vorstehend beschriebenen Flüssigkeitsausstoßkopfs.

[0267] Fig. 34 zeigt eine Ansicht zum Erklären des zweiten Flüssigkeitskanals **904** des in Fig. 32 und Fig. 33A bis Fig. 33D dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs, in welcher der zweite Flüssigkeitskanal **904** bei Betrachtung von oben dargestellt ist, wobei die bewegliche Trennmembran **905** nicht dargestellt ist.

[0268] In dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** sind Einengungen **909a**, **909b** mit dazwischen angeordnetem Wärmeerzeugungselement **902** angeordnet, um eine Kammer (Blasenbildungskammer) zum Verhindern, daß der Druck der Blase durch den zweiten Flüssigkeitskanal **904** entweicht, abzugrenzen. In den Einengungen **909a**, **909b** des zweiten Flüssigkeitskanals **904** ist ein Öffnungsabschnitt an einer Abgangsseite (Seite der Ausstoßöffnung) enger als ein Öffnungsabschnitt an einer Zugangsseite (Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer). Dadurch, daß der Öffnungsabschnitt der Abgangsseite enger gemacht ist, kann der Strömungswiderstand in dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** an der Abgangsseite größer gemacht werden, und der Strömungswiderstand an der Zugangsseite kann kleiner gemacht werden, mit dem Ergebnis, daß die abgangsseitige Druckkomponente des Blasendrucks vorzugsweise und wirksam auf die bewegliche Trennmembran **905** einwirkt, um die bewegliche Trennmembran **905** zu dem ersten Flüssigkeitskanal **903** hin zu drücken, wodurch die Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **903** wirksam mit hoher Ausstoßkraft ausgestoßen wird. Die abgangsseitige Einengung **909a** der Blasenbildungskammer in dem zweiten Flüssigkeitskanal **904** dient dazu, Blasen, die in der Blasenkammer verbleiben, zu entfernen.

[0269] Die Gestaltung des zweiten Flüssigkeitskanals **904** ist übrigens nicht auf die eine vorstehend beschriebene Gestaltung beschränkt, es kann irgendeine Gestaltung, welche den Blasendruck auf die bewegliche Trennmembran **905** wirksam übertragen kann, verwendet werden.

[0270] Wie vorstehend ausgeführt wurde, kann entsprechend der vorstehend beschriebenen Anordnung durch Auswählen des Strömungswiderstands an der Abgangsseite (der Mitte des Wärmeerzeugungselements) in dem zweiten Flüssigkeitskanal so, daß er größer ist als der Strömungswiderstand an der Zugangsseite, Flüssigkeit, die auf Erhitzen empfindlich reagiert, oder hochviskose Flüssigkeit wirksam mit hoher Ausstoßkraft ausgestoßen werden, da sich die durch den Blasendruck verlagerte bewegliche Trennmembran zu der abgangsseitigen Richtung hin vergrößert.

[Beispiel 5]

[0271] Fig. 35 zeigt eine Schnittansicht (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines fünften Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend erwähnten Lenkungsvorrichtung in einem blasenbildenden Zustand.

[0272] Wie in Fig. 35 dargestellt ist, ist in diesem Beispiel ein zweiter Flüssigkeitskanal **914** für Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **918**, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **912** zum Erzeugen von Wärmeenergie zum Erzeugen einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet ist, angeordnet, und ein erster Flüssigkeitskanal **913**, der mit einer Ausstoßöffnung **911** in gerader Richtung in Verbindung steht, ist auf dem zweiten Flüssigkeitskanal angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **915**, die aus einer Dünnschicht ausgebildet ist, welche aus anorganischem Material mit Elastizität hergestellt ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **913** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **914** so angeordnet, daß Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **913** von Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **914** durch die bewegliche Trennmembran **915** abgetrennt ist.

[0273] Das entscheidende Merkmal in diesem Beispiel ist, daß eine Höhe einer Deckplatte **919**, die den ersten Flüssigkeitskanal **913** an dem projizierten Bereich des Wärmeerzeugungselements **912** begrenzt, an einer

Abgangsseite, wo die Ausstoßöffnung **911** angeordnet ist, größer ist als an einer Zugangsseite, wo eine gemeinsame Flüssigkeitskammer (nicht dargestellt) angeordnet ist.

[0274] In einer Flüssigkeitsausstoßvorrichtung mit dem vorstehend genannten Aufbau wird durch Aufheizen des Wärmeerzeugungselements **912** eine Blase **916** in der Blasenbildungsflüssigkeit durch Filmsieden erzeugt. Wenn die Blase **916** erzeugt wird, wird die bewegliche Trennmembran zu dem ersten Flüssigkeitskanal **913** hin verlagert. Da sie jedoch so aufgebaut ist, daß die Höhe des ersten Flüssigkeitskanals **913** an der Abgangsseite größer als an der Zugangsseite ist, wird die bewegliche Trennmembran **915** zu dem ersten Flüssigkeitskanal **913** hin an der Abgangsseite mehr verlagert als an der Zugangsseite. Demzufolge wird der Druck der Blase **916**, der in einem Blasenerzeugungsbereich erzeugt wird, zu der Ausstoßöffnung **911** hin gerichtet.

[0275] Nachstehend wird ein Ausstoßvorgang des Flüssigkeitsausstoßkopfs mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau ausführlich erläutert.

[0276] Fig. 36A bis Fig. 36D zeigen Ansichten zur Erläuterung der Arbeitsweise des in Fig. 35 dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopfs.

[0277] In Fig. 36A wird Energie, wie z. B. elektrische Energie, dem Wärmeerzeugungselement **912** nicht zugeführt, um keine Wärme von dem Wärmeerzeugungselement **912** zu erzeugen. Die bewegliche Trennmembran **915** ist in einer ersten Lage, die weitgehend parallel zu dem Substrat **918** ist, angeordnet.

[0278] Wenn dem Wärmeerzeugungselement **912** elektrische Energie zugeführt wird, wird ein Teil der in einen Blasenbildungsbereich **917** eingefüllten Blasenbildungsflüssigkeit durch von dem Wärmeerzeugungselement **912** erzeugte Wärme erhitzt, wodurch eine Blase **916** durch Filmsieden erzeugt wird. Demzufolge wird ein Abschnitt der beweglichen Trennmembran **915** gegenüber dem Blasenerzeugungsbereich **917** zu dem ersten Flüssigkeitskanal **913** hin verlagert (Fig. 36B).

[0279] Wenn die Blase **916** weiter anwächst, wird die bewegliche Trennmembran **915** entsprechend dem Druck der Blase weiter zu dem ersten Flüssigkeitskanal **913** hin verlagert, um eine zweite Lage zu erreichen. Hierbei wird die bewegliche Trennmembran **915** zu dem ersten Flüssigkeitskanal **913** hin an der Abgangsseite weiter verlagert als an der Zugangsseite (Fig. 36C). Daher kann die Ausstoßleistung weiter verbessert werden.

[0280] Wenn sich die Blase **906** durch Verminderung des inneren Drucks der Blase zusammengezogen hat und verschwunden ist (charakteristische Eigenschaft der Erscheinung des Filmsiedens), kehrt dann die bewegliche Trennmembran **915**, welche zu der zweiten Lage verlagert wurde, durch den Unterdruck infolge des Zusammenziehens der Blase **916** allmählich zu der in Fig. 36A dargestellten Ausgangslage (erste Lage) zurück (Fig. 36D). Wenn die Blase verschwunden ist, strömt die Flüssigkeit von der Zugangsseite, d. h., von der Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer und von der Seite der Ausstoßöffnung **901** ein, um das Volumen entsprechend der ausgestoßenen Flüssigkeit auszugleichen. Demzufolge kann das Zurückziehen des Meniskus durch Verringerung des Volumens der Flüssigkeit entsprechend dem Ausmaß an Verlagerung der Seite des ersten Flüssigkeitskanals **913**, das verursacht wird, wenn die bewegliche Trennmembran **915** auf den zweiten Flüssigkeitskanal **914** zu verlagert wird, unterdrückt werden, wodurch die Nachfüllzeit verringert wird.

[Beispiel 6]

[0281] Fig. 37 zeigt eine Schnittansicht (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines sechsten Beispiels eines erfindungsgemäßen Flüssigkeitsausstoßkopfs mit der vorstehend genannten Lenkungsvorrichtung in einem blasenbildenden Zustand.

[0282] Wie in Fig. 37 dargestellt ist, unterscheidet sich dieses Beispiel von dem in Fig. 35 dargestellten Beispiel in dem Punkt, daß sich eine Gestaltung einer Deckplatte **929**, d. h., eine Gestaltung eines ersten Flüssigkeitskanals **923**, von der des fünften Beispiels unterscheidet, wohingegen die anderen Anordnungen die gleichen sind wie in dem fünften Beispiel.

[0283] Wie in Fig. 37 dargestellt ist, ist in diesem Beispiel hinsichtlich der Höhe einer Deckplatte **929** deren einer Abschnitt an einer Zugangsseite des Wärmeerzeugungselements **912** niedriger als die Höhe der anderen Abschnitte der Deckplatte.

[0284] Wenn eine Blase **926** erzeugt wird, wird die bewegliche Membran **915** auf den ersten Flüssigkeitskanal **923** zu verlagert. Die bewegliche Trennmembran **915** wird jedoch zu dem ersten Flüssigkeitskanal **923** hin an

der Abgangsseite stärker verlagert als an der Zugangsseite, da dieser so gestaltet ist, daß der Abschnitt der Deckplatte an der Zugangsseite des Wärmeerzeugungselements **912** niedriger liegt als die Höhe der anderen Abschnitte der Deckplatte. Demzufolge ist der Druck der Blase **926**, die in einem Blasenbildungsbereich erzeugt wird, zu der Ausstoßöffnung **911** hin gerichtet. Da ferner der Strömungswiderstand in dem ersten Flüssigkeitskanal **923** an der Zugangsseite größer ist als an der Abgangsseite, ist die Ausstoßleistung verbessert, und das Nachfüllvermägen ist weiter verbessert, da die Fähigkeit zum Zuführen von der Zugangsseite in den ersten Flüssigkeitskanal ausgezeichnet ist.

[0285] In den vorstehend angeführten Beispielen, in welchen die vorliegende Erfindung unter Verwendung des Ausstoßsystems, in welchem die Flüssigkeit in einer Richtung ausgestoßen wird, die parallel zu der Strömungsrichtung der Flüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal ist, erläutert wurde, ist die vorliegende Erfindung nicht auf ein derartiges Ausstoßsystem beschränkt, solange eine Ausstoßöffnung an einer Abgangsseite eines Blasenerzeugungsbereichs angeordnet ist, und die vorliegende Erfindung kann auf ein Ausstoßsystem angewendet werden, in welchem Flüssigkeit in einer Richtung senkrecht zu einer Strömungsrichtung der Flüssigkeit in einem ersten Flüssigkeitskanal ausgestoßen werden kann.

[0286] Fig. 38A und Fig. 38B zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines Beispiels, in welchem die vorliegende Erfindung auf einen Flüssigkeitsausstoßkopf angewendet ist, in welchem eine Ausstoßöffnung an einer Abgangsseite eines Blasenbildungsbereichs derart angeordnet ist, daß die Flüssigkeit in einer Richtung senkrecht zu einer Strömungsrichtung einer Flüssigkeit in einem ersten Flüssigkeitskanal ausgestoßen wird.

[0287] Wie in Fig. 38A und Fig. 38B dargestellt ist, kann in einer Anordnung, in welcher eine Ausstoßöffnung **951** in einer Richtung senkrecht zu einer Strömungsrichtung einer Flüssigkeit in einem ersten Flüssigkeitskanal **953** angeordnet ist, solange die Ausstoßöffnung **951** an einer Abgangsseite eines Blasenbildungsbereichs **957** angeordnet ist, die gleiche Wirkung durch Verwenden des Aufbaus irgendeines der vorstehenden Beispiele erreicht werden. In Fig. 38A und Fig. 38B bezeichnet ein Bezugszeichen **955** eine bewegliche Trennmembran; **954** bezeichnet einen zweiten Flüssigkeitskanal; **952** bezeichnet ein Wärmeerzeugungselement; und **956** bezeichnet eine Blase, die durch das Wärmeerzeugungselement erzeugt wird.

<Ausdehnungsvermögen der Membran und Flüssigkeitsausstoßvorgang>

[0288] Die vorstehend angeführten Beispiele zur Verbesserung der Ausstoßleistung nutzen das Ausdehnungsvermögen der Membran. Es kann jedoch ein Verfahren verwendet werden, in welchem eine Membran zuvor hin zu einem zweiten Flüssigkeitskanal entsprechend einem Maß an Auslenkung der Membran, welche durch eine Blase verursacht wird, verformt wurde. Nachstehend wird ein Flüssigkeitsausstoßkopf mit einer solchen Membran unter Verwendung von Beispielen erläutert.

[Beispiel 1]

[0289] Fig. 43A und Fig. 43B zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines ersten Beispiels eines derartigen Flüssigkeitsausstoßkopfs, wobei Fig. 43A eine Ansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 43B eine Ansicht zur Darstellung eines blasenbildenden Zustands zeigt.

[0290] Wie in Fig. 43A und Fig. 43B dargestellt ist, ist in diesem Beispiel ein zweiter Flüssigkeitskanal **2304** für Blasenbildungsflüssigkeit auf einem Substrat **2310** angeordnet, auf welchem ein Wärmeerzeugungselement **2302** zum Erzeugen von Wärmeenergie zum Ausbilden einer Blase in der Flüssigkeit angeordnet ist, angeordnet, und ein erster Flüssigkeitskanal **2303** zum Ausstoßen von Flüssigkeit, der mit einer Ausstoßöffnung **2301** in gerader Richtung in Verbindung steht, ist auf dem zweiten Flüssigkeitskanal angeordnet. Ferner ist eine bewegliche Trennmembran **2305**, die aus einer verformbaren Dünnschicht ausgebildet ist, zwischen dem ersten Flüssigkeitskanal **2303** und dem zweiten Flüssigkeitskanal **2304** so angeordnet, daß Ausstoßflüssigkeit in dem ersten Flüssigkeitskanal **2303** von Blasenbildungsflüssigkeit in dem zweiten Flüssigkeitskanal **2304** durch die bewegliche Trennmembran **2305** abgetrennt ist.

[0291] Wie in Fig. 43A dargestellt ist, steht in einem nicht blasenbildenden Zustand ein Abschnitt der beweglichen Trennmembran **2305**, der über einem projizierten Bereich des Wärmeerzeugungselements **2302** angeordnet ist, zu dem zweiten Flüssigkeitskanal **2304** hin vor, und ein Abstand L, der von einer Bezugsfläche **2305B** der beweglichen Trennmembran **2305** vorsteht, ist so gewählt, daß er an einer Abgangsseite, wo die Ausstoßöffnung **2301** des ersten Flüssigkeitskanals **2303** angeordnet ist, größer ist als an einer Zugangsseite,

wo eine gemeinsame Flüssigkeitskammer angeordnet ist. Andererseits ist in einem in Fig. 43B dargestellten blasenbildenden Zustand die Anordnung der Membran umgekehrt, um den Verlagerungsvorgang der vorliegenden Erfindung zu erlauben.

[0292] Da die Gestalt der beweglichen Trennmembran zuvor festgelegt wurde, kann die gewünschte Verlagerung dauerhaft erreicht werden, und die bewegliche Trennmembran kann auch selbst als eine Richtungslenkungsvorrichtung, welche in Verbindung mit der Membran mit Elastizität beschrieben wurde, wirken, wodurch ein einfacher Aufbau geschaffen wird.

[0293] Ein maximales Verlagerungsvolumen (dargestellt durch eine Summe von Volumina der vorstehenden Konfigurationsabschnitte in Fig. 43A und Fig. 43B), das durch Verlagerung eines vorstehenden Konfigurationsabschnitts **2305a** der beweglichen Trennmembran, die von der Bezugsfläche **2305B** zu dem zweiten Flüssigkeitskanal hin vorsteht, erzeugt wird, ist so gewählt, daß es größer ist als ein maximales Ausdehnungsvermögen (wenn dort keine bewegliche Trennmembran wäre) einer in dem Blasenbildungsbereich **2307** erzeugten Blase.

[0294] Ferner ist ein Abstand zwischen einer Fläche (auf welcher der vorstehende Konfigurationsabschnitt **2305a** nicht ausgebildet ist) der beweglichen Trennmembran **2305** und der Fläche des Wärmeerzeugungselements **2302** ungefähr 5 bis 20 μm gewählt, und der Blasenbildungsbereich **2307** ist zwischen dem Wärmeerzeugungselement **2302** und dem vorstehenden Konfigurationsabschnitt **2305a** definiert.

[0295] Nachstehend wird ein Flüssigkeitsausstoßvorgang des vorstehend beschriebenen Flüssigkeitsausstoßkopfs erläutert.

[0296] Wenn dem Wärmeerzeugungselement **2302** elektrische Energie zugeführt wird, wird ein Teil der Blasenbildungsflüssigkeit, die in den Blasenbildungsbereich **2307** eingefüllt ist, durch die von dem Wärmeerzeugungselement **2302** erzeugte Wärme erhitzt, wodurch eine Blase **2306** durch Filmsieden erzeugt wird. Wenn die Blase **2306** ausgebildet wird, wird der vorstehende Konfigurationsabschnitt **2305a** der beweglichen Trennmembran **2305** durch den Druck der erzeugten Blase **2306** aus einer ersten in Fig. 43A dargestellten Lage in eine in Fig. 43B dargestellte zweite Lage zu dem Flüssigkeitskanal **2303** hin verlagert. Da das Ausmaß der Verlagerung an der Abgangsseite größer ist als an der Zugangsseite, kann die Fortpflanzungsrichtung des Drucks der Blase **2306** wirksam zu der Ausstoßöffnung hin gerichtet werden.

[0297] Wenn sich die Blase **2306** danach durch Verringerung des inneren Drucks der Blase zusammengezogen hat und verschwunden ist (charakteristisches Merkmal der Filmbildungserscheinung), ist der vorstehende Konfigurationsabschnitt **2305a** der beweglichen Trennmembran **2305**, welcher in die zweite Stellung verlagert wurde, durch den Unterdruck infolge des Zusammenziehens der Blase **2306** und eine Wiederherstellungskraft infolge einer Federeigenschaft der beweglichen Trennmembran **2305** selbst in die Ausgangsstellung (erste Stellung) zurückgekehrt.

[0298] Da in diesem Beispiel die bewegliche Trennmembran **2305** durch die Verlagerung des vorstehenden Konfigurationsabschnitts **2305a** von der Seite des zweiten Flüssigkeitskanals zu der Seite des ersten Flüssigkeitskanals verlagert wird, trägt im Vergleich mit dem Fall, wo die bewegliche Trennmembran in dem nicht blasenbildenden Zustand flach ist und in Richtung des ersten Flüssigkeitskanals verlagert wird, wenn die Blase erzeugt wird, die Energie, welche durch Erzeugung der Blase erhalten wird, wirksamer zu der Verlagerung der beweglichen Trennmembran **2305** bei, wodurch die Flüssigkeit wirksam ausgestoßen wird. Übrigens ist in dem Fall der Anordnung gemäß diesem Beispiel die Ausstoßleistung der Membran, weil die bewegliche Trennmembran selbst Ausdehnungsvermögen aufweist, wenn die bewegliche Trennmembran durch die erzeugte Blase verlagert wird, desto größer, je kleiner die Aufweitung der Membran ist.

[0299] Ferner wird das Anwachsen der Blase nicht behindert, da das maximale Verlagerungsvolumen des vorstehenden Konfigurationsabschnitts **2305a** der beweglichen Trennmembran so gewählt ist, daß es größer wird als ein maximales Ausdehnungsvolumen (wenn dort keine bewegliche Trennmembran wäre) der in dem Blasenbildungsbereich **2307** erzeugten Blase, wodurch die Ausstoßleistung weiter verbessert wird.

[0300] Ferner wird in diesem Beispiel, da die bewegliche Trennmembran zuvor auf den zweiten Flüssigkeitskanal zu vorsteht, das Ausmaß der Auslenkung groß, die verursacht wird, wenn die bewegliche Trennmembran durch den Druck der Blase aus der ersten Stellung zu der zweiten Stellung verlagert wird, um die Fortpflanzungsrichtung des Blasendrucks zu der Ausstoßöffnung hin zu lenken, wodurch die Flüssigkeitsausstoßleistung verbessert wird. Was den vorstehenden Konfigurationsabschnitt der beweglichen Trennmembran anbe-

trifft, so kann sich der Blasendruck vorwiegend auf die Ausstoßöffnung zu in dem ersten Flüssigkeitskanal fortpflanzen, da der Abstand an der Seite der Ausstoßöffnung größer ist als an der Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer, wodurch die Ausstoßleistung für das Ausstoßen von Flüssigkeit aus der Ausstoßöffnung verbessert wird.

[Beispiel 2]

[0301] Fig. 44A und Fig. 44B zeigen Schnittansichten (im Schnitt entlang einer Richtung des Flüssigkeitskanals) zur Darstellung eines zweiten Beispiels eines derartigen Flüssigkeitsausstoßkopfs, wobei Fig. 44A eine Ansicht zur Darstellung eines nicht blasenbildenden Zustands und Fig. 44A eine Ansicht zur Darstellung eines blasenbildenden (ausstoßenden) Zustands zeigt.

[0302] Anders als in dem in Fig. 43A und Fig. 43B dargestellten Beispiel wird in diesem zweiten Beispiel, wie in Fig. 44A und Fig. 44B dargestellt, das maximale Verlagerungsvolumen des vorstehenden Konfigurationsabschnitts der beweglichen Trennmembran so gewählt, daß es kleiner wird als ein maximales Ausdehnungsvolumen (wenn dort keine bewegliche Trennmembran wäre) einer Blase **2316**, die in dem Blasenerzeugungsbereich **2307** erzeugt wurde.

[0303] In diesem Beispiel ist das maximale Verlagerungsvolumen des vorstehenden Konfigurationsabschnitts **2305a** der beweglichen Trennmembran **2305** so gewählt, daß es 80% oder weniger des maximalen Ausdehnungsvolumens (falls dort keine bewegliche Trennmembran angeordnet wäre) der Blase **2316** beträgt, die in dem Blasenbildungsbereich **2307** ausgebildet wurde. Demzufolge bleibt die Ausstoßmenge der Ausstoßflüssigkeit im wesentlichen konstant, selbst wenn angenommen wird, daß eine Abweichung des Ausstoßes von ungefähr ± 10% in dem üblichen Flüssigkeitsausstoßkopf infolge von Abweichung bei der Blase in Abhängigkeit von der Ausstoßeigenschaft der Flüssigkeit auftritt, da das Ausmaß der Verlagerung des vorstehenden Konfigurationsabschnitts der beweglichen Membran während der Blasenbildung ungeachtet der Abweichung im Ausdehnungsvolumen der Blase immer unverändert bleibt, wodurch guter Ausstoß ohne Auftreten von Abweichung von Düse zu Düse bewirkt wird.

[0304] Auf diese Weise ist dieses Beispiel insbesondere wirkungsvoll, wenn das maximale Ausdehnungsvolumen der Blase nicht immer konstant bleibt oder sich von Düse zu Düse infolge von Abweichungsfaktoren, die von den Herstellungsbedingungen und/oder von Umgebungsbedingungen herrühren, verändert.

<Flüssigkeitsausstoßkopfkassette und Flüssigkeitsausstoß-Aufzeichnungsgerät>

[0305] Nachstehend werden eine Flüssigkeitsausstoßkopfkassette, an welcher ein Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen angeordnet ist, und ein Flüssigkeitsausstoß-Aufzeichnungsgerät unter Bezugnahme auf Fig. 39 und Fig. 40 beschrieben.

[0306] Fig. 39 zeigt eine auseinandergezogene schematische perspektivische Ansicht einer Flüssigkeitsausstoßkopfkassette, die den vorstehend genannten Flüssigkeitsausstoßkopf aufweist. Die Flüssigkeitsausstoßkopfkassette ist hauptsächlich aus einem Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt und einem Flüssigkeitsbehälter **1140** aufgebaut.

[0307] Der Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt weist einen vorstehend erwähnten Flüssigkeitsausstoßkopf **1200**, ein Flüssigkeitszuführungselement **1130** und eine Grundplatte (Träger) **1120** aus Aluminium auf. Der Träger **1120** dient zum Tragen des Flüssigkeitsausstoßkopfs **1200** und dergleichen und ist mit einem Leiterplattensubstrat **1123**, das mit dem Flüssigkeitsausstoßkopf **1200** verbunden und in der Lage ist, dem Kopf ein elektrisches Signal zuzuführen, und mit Kontaktflecken **1124** zum Senden und Empfangen von elektrischen Signalen bezüglich der daran angeschlossenen Vorrichtung versehen.

[0308] Der Flüssigkeitsbehälter **1140** enthält die Flüssigkeit, die dem Flüssigkeitsausstoßkopf **1200** zugeführt wird. Auf dem Flüssigkeitsbehälter **1140** sind Positionierungsabschnitte **1144** zum Halten eines Verbindungselements zum Herstellen der Verbindung zwischen dem Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt und dem Flüssigkeitsbehälter **1190** und fest angeordnete Stifte **1145** zum festen Anordnen des Verbindungselements angeordnet. Die Flüssigkeit wird Zuführungswegen **1131**, **1132** des Flüssigkeitszuführungselements **1130** aus Zuführungswegen **1142**, **1143** des Flüssigkeitsbehälters **1140** über Zuführungswege des Verbindungselements zugeführt und wird dann der gemeinsamen Flüssigkeitskammer des Flüssigkeitsausstoßkopfs **1200** über Flüssigkeitswege **1133**, **1129**, **1153c** des Elements zugeführt. In diesem Beispiel ist es nicht unbedingt nötig, daß zwei Wege verwendet werden, obwohl die Zuführung der Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbehälter **1140** zu

dem Flüssigkeitszuführungselement **1130** über zwei Wege erfolgte.

[0309] Wenn die Flüssigkeit verbraucht ist, kann neue Flüssigkeit in den Flüssigkeitsbehälter **1140** nachgefüllt werden. Dazu ist es wünschenswert, daß der Flüssigkeitsbehälter **1140** mit einer Öffnung zum Einfüllen von Flüssigkeit versehen ist. Ferner kann der Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt mit dem Flüssigkeitsbehälter einstückig ausgebildet sein, oder er kann von dem Flüssigkeitsbehälter getrennt sein.

[0310] Fig. 40 stellt schematisch ein Flüssigkeitsausstoßgerät dar, an welchem der vorstehend erwähnte Flüssigkeitsausstoßkopf angeordnet ist. In der dargestellten Ausführungsform wird ein Tintenstrahlaufzeichnungsgerät IJRA, das Tinte als Ausstoßflüssigkeit verwendet, erläutert. Ein Schlitten HC des Flüssigkeitsausstoßgeräts trägt eine Druckkopfkassette, an welcher der Flüssigkeitsbehälter **1140** und ein Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt **2000** abnehmbar angeordnet werden können, und wird wechselseitig in einer Breitenrichtung (dargestellt durch Pfeile a, b) eines Aufzeichnungsmediums **1700**, das durch eine Transportvorrichtung für das Aufzeichnungsmedium transportiert wird, transportiert. Der Flüssigkeitsbehälter und der Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt können übrigens voneinander getrennt werden.

[0311] Wenn in Fig. 40 einer Flüssigkeitsausstoßvorrichtung auf dem Schlitten HC ein Ansteuerungssignal von einer Vorrichtung zum Zuführen von Ansteuerungssignalen (nicht dargestellt) zugeführt wird, wird die Aufzeichnungsflüssigkeit aus dem Flüssigkeitsausstoßkopfabschnitt **2000** auf das Aufzeichnungsmedium **1700** als Antwort auf das Ansteuerungssignal ausgestoßen.

[0312] Ferner weist das Flüssigkeitsausstoßgerät gemäß der vorliegenden Ausführungsform einen Motor (Antriebsquelle) **1610** zum Antreiben der Vorrichtung zum Transportieren des Aufzeichnungsmediums und des Schlittens HC, Zahnräder **1620**, **1630** zum Übertragen einer Kraft von der Antriebsquelle zu dem Schlitten HC und eine Schlittenwelle **1640** auf. Mit diesem Aufzeichnungsgerät kann ein gutes Bild durch Ausstoßen der Flüssigkeit auf verschiedene Aufzeichnungsmedien erhalten werden.

(Bevorzugte technische Eigenschaften der Trennmembran)

[0313] Auf der Grundlage der Gegebenheit, daß die aus Poly-p-Xylylen (nachstehend als "PPX" bezeichnet) hergestellte Trennmembran, die in der vorstehend beschriebenen zweiten bis vierten Ausführungsform verwendet wird, auf andere Flüssigkeitsausstoßköpfe mit einer Trennmembran, die eine andere ist als die vorliegende Erfindung, angewendet werden kann, führte die vorliegende Erfindung zum Herausfinden von mehr bevorzugten Bedingungen für die Trennmembran.

[0314] Insbesondere konnten die nachstehenden neuen nützlichen Fakten (insbesondere Zersetzungstemperatur der organischen Membran) gefunden werden, als die Eigenschaft von PPX untersucht wurde.

[0315] In den nachstehenden Erläuterungen bedeutet der Begriff "auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements" "auf der Oberfläche des Antikavitationsfilms **107**", wenn der Schutzfilm **106** und der Antikavitationsfilm **107** wie in Fig. 21 dargestellt angeordnet sind, und "auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements", wenn ein solcher Film nicht angeordnet ist. Dieser Begriff wird zum Bezeichnen eines Abschnitts (z. B. des Wärmewirkabschnitts **108** in Fig. 21) auf dem Wärmeerzeugungselement, auf welchem die Blase durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements ausgebildet wird, verwendet.

<Beziehung zwischen der beweglichen Trennmembran und der Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements>

[0316] Wenn übliche Tinte verwendet wird, ist im allgemeinen bei dem Filmsieden zum Ausbilden einer Blase eine Temperatur für das Starten der Blasenbildung eine Temperatur (z. B. etwa 300 °C oder höher an der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements, in der Praxis etwa 250 °C), die durch plötzlichen Temperaturanstieg erhalten wurde, und eine maximale Temperatur während der Blasenbildung erreicht etwa 600 °C auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements. Diese Temperatur wird innerhalb eines Zeitraums von µsec erzeugt und setzt sich nicht für einen langen Zeitraum fort. Wenn die Blase verschwunden ist, wird die Temperatur an der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements etwa 180 °C (praktisch etwa 200 °C).

[0317] Wenn die Trennmembran unter diesen Bedingungen verwendet wurde, verschlechterte sich plötzlich die Eigenschaft eines Abschnitts der Trennmembran, oder es brach ein Abschnitt der Membran. Durch Untersuchung der Ursache wurden bevorzugte Bedingungen, die für die Trennmembran erforderlich sind, herausgefunden.

[0318] Eine der Bedingungen ist, daß, wenn die bewegliche Trennmembran durch Ablagern von organischem Material durch chemische Gasphasenreaktion oder Plasmapolymerisationsreaktion ausgebildet wird, die Wärmezersetzungstemperatur der beweglichen Trennmembran in einer solchen Reaktion größer sein sollte als eine Umgebungstemperatur, welcher die bewegliche Trennmembran ausgesetzt wird. Ferner ist eine andere Bedingung die, daß, in bezug auf die kurze Zeit in der Größenordnung von einigen zehn µsec bis zu einigen Minuten, selbst wenn die Temperatur der beweglichen Trennmembran zeitweise einen Schmelzpunkt (kleiner als die Wärmezersetzungstemperatur) der beweglichen Trennmembran übersteigt, ein solcher Umstand nicht berücksichtigt zu werden braucht.

[0319] Daher kann eine Beziehung zwischen der beweglichen Trennmembran und der Temperatur auf der Oberfläche des Wärmererzeugungselements, welche das Ausstoßen beeinträchtigt; wie folgt werden. Nachstehend werden günstige Bedingungen in solchen Fällen aufgelistet.

(1) Bei Arbeitsweise mit einem einzelnen Ausstoß

[0320] Zuerst wird ein Fall, wo ein einzelnes Flüssigkeitströpfchen aus dem Anfangszustand ausgestoßen wird, (oder ein fortwährender Ausstoßvorgang über eine lange Zeitdauer (z. B. einige zehn msec bis einige Sekunden oder mehr) zwischen einem Ausstoß bis zu dem nächsten Ausstoß) betrachtet.

[0321] In diesem Fall ist es während des Anwachsens der Blase von dem Beginn der Blasenbildung an, da die bewegliche Trennmembran normal an den Wänden der Flüssigkeitskanäle befestigt ist und ein Abschnitt, welcher von der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements über die Flüssigkeit (Blasenbildungsflüssigkeit) um eine vorbestimmte Entfernung weg verlagert ist, nicht erforderlich, daß ein Einfluß der Temperatur auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements, welcher die bewegliche Trennmembran direkt beeinträchtigt, berücksichtigt wird.

[0322] Nachdem die Flüssigkeit aus der Ausstoßöffnung ausgestoßen wurde, kann sich jedoch, wenn die Blase verschwunden ist, die bewegliche Trennmembran der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements infolge Hohlraumbildung annähern oder mit ihr in Berührung gelangen. Nachdem die Blase verschwunden ist, braucht in diesem Fall, da die bewegliche Trennmembran versucht, durch das Nachfüllen der Blasenbildungsflüssigkeit bald wieder in die Ausgangslage zurückzukehren, nur augenblickliche Wärmewiderstandseigenschaft berücksichtigt werden.

[0323] Folglich wird die bewegliche Trennmembran nicht zersetzt, solange die Temperatur, bei welcher das Material zersetzt wird, das für die bewegliche Trennmembran verwendet wird, höher als die Temperatur (wenn die Blase verschwunden ist) auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements ist, selbst wenn die bewegliche Trennmembran mit der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements in Berührung gelangt.

(2) Bei Arbeitsweise mit fortwährendem Ausstoß

[0324] Nachstehend wird ein Fall betrachtet, wo die Flüssigkeitströpfchen in einem Zeitraum von einigen zehn µsec bis zu einigen hundert µsec fortwährend ausgestoßen werden.

[0325] Wenn der Zeitraum zwischen dem Ausstoßen und dem nächsten Ausstoßen auf diese Weise kurz wird, muß, solange das Nachfüllen der Blasenbildungsflüssigkeit ausgeführt wird, so daß eine gewünschte Menge an Blasenbildungsflüssigkeit in dem Blasenbildungsbereich bei Bedarf vorhanden ist, die Möglichkeit, daß die bewegliche Trennmembran an der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements anhaftet, wenn die Blasenbildung beginnt, eher, als wenn die Blase verschwindet, berücksichtigt werden.

[0326] In diesem Fall, wenn kleine Blasen durch die Wärme des Wärmeerzeugungselements erzeugt werden, nähern sich, da die Blasen zwischen der beweglichen Trennmembran und der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements vorhanden sind, die Oberfläche des Wärmeerzeugungselements und die bewegliche Trennmembran während des Anwachsens der Blase nicht weiter aneinander an.

[0327] Daher muß die Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements berücksichtigt werden, wenn die Blasenbildung beginnt, und da der Zeitraum, daß sich die bewegliche Trennmembran in Berührung mit der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements befindet, wie vorstehend erwähnt, sehr kurz ist, wird die bewegliche Trennmembran nicht zersetzt, solange die Wärmezersetzungstemperatur des Materials, welches für die bewegliche Trennmembran verwendet wird, größer als die Temperatur (wenn die Blasenbildung beginnt) auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements ist, so wie es beim Verschwinden der Blase ist, selbst wenn

sich die bewegliche Trennmembran in Berührung mit der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements befindet.

[0328] Ferner muß unter einem Umstand, wo ein fortwährender Ausstoßvorgang für einen langen Zeitraum (z. B. einige Minuten bis zu einigen zehn Minuten) fortgesetzt wird, die maximale Temperatur der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements nicht nur, wenn die Blasenbildung beginnt, sondern auch während der Blasenbildung berücksichtigt werden. In diesem Fall ist es vorzugsweise wichtig, besonders wenn die Wärme des Flüssigkeitsausstoßkopfs während des fortwährenden Ausstoßvorgangs nicht angemessen abgestrahlt wird, daß die bewegliche Trennmembran nicht thermisch zersetzt wird.

[0329] Da die Temperatur des Flüssigkeitsausstoßkopfs die vorstehend erwähnte maximale Temperatur der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements während der Blasenbildung nicht übersteigt, wird die bewegliche Trennmembran nicht thermisch zersetzt, solange die Zersetzungstemperatur des Materials, das für die bewegliche Trennmembran verwendet wird, größer als die maximale Temperatur auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements ist.

(3) Bei anomaler Betriebsweise

[0330] Nachstehend wird ein Fall betrachtet, wo eine anomale Betriebsweise, in welcher die Blasenbildungsflüssigkeit in dem Blasenbildungsbereich des zweiten Flüssigkeitskanals infolge ungenügender Nachfüllung unzureichend (oder nicht vorhanden) ist, auftritt.

[0331] In einem derartigen Fall ist die Möglichkeit erhöht, daß die bewegliche Membran, die mit der in Frage kommenden Düse (anomale Düse) verbunden ist, an der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements anhaftet, wodurch die Flüssigkeit aus der entsprechenden Ausstoßöffnung nicht ausgestoßen werden kann.

[0332] Üblicherweise ist der Flüssigkeitsausstoßkopf oder das Flüssigkeitsausstoßgerät mit dem Flüssigkeitsausstoßkopf mit einem Erfassungsabschnitt zum Erfassen von schlechtem Ausstoß versehen, und anhand des erfaßten Ergebnisses wird der Kanal für die Blasenbildungsflüssigkeit (und der Kanal für die Ausstoßflüssigkeit, wenn erforderlich) durch Verwendung einer herkömmlichen Wiederherstellungsvorrichtung in einen normalen Zustand wiederhergestellt.

[0333] Wenn eine derartige Wiederherstellungsvorrichtung angeordnet ist, werden die Bedingungen, die für die Membran erforderlich sind, in Abhängigkeit von dem Zeitraum zwischen dem Auftreten der Anomalie und dem Wiederherstellungsvorgang und der verbliebenen Menge an Blasenbildungsflüssigkeit in dem Blasenbildungsbereich verändert.

[0334] Wenn z. B. der Wiederherstellungsvorgang innerhalb eines Zeitraums von einigen zehn Sekunden bis einigen Minuten von dem Auftreten der Anomalie an ausgeführt wird, ist es nicht erforderlich, daß der Schmelzpunkt der beweglichen Trennmembran berücksichtigt wird, und es kann die Temperatur der Zersetzung durch Erhitzen berücksichtigt werden.

[0335] Wenn der Druckkopf oder das Gerät für einen langen Zeitraum in einem Zustand belassen wird, daß die bewegliche Trennmembran an der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements anhaftet, ohne daß das Nachfüllen von Blasenbildungsflüssigkeit ausgeführt wird, oder wenn das Nachfüllen während des fortwährenden Ausstoßvorgangs ungenügend ist, so daß die häufige Berührung der beweglichen Trennmembran mit der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements für einen langen Zeitraum wiederholt wird (z. B. für einige zehn Minuten), ist es vorzugsweise wichtig, daß der Schmelzpunkt der beweglichen Trennmembran höher ist als die Temperatur (wenn die Blase verschwunden ist) auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements.

[0336] Wenn sich andererseits der Zustand, daß die Blasenbildungsflüssigkeit meistens in dem Blasenbildungsbereich nicht vorhanden ist, für einen langen Zeitraum (z. B. einige zehn Minuten) fortsetzt, ist es vorzugsweise wichtig, daß der Schmelzpunkt der beweglichen Trennmembran größer ist als die Temperatur (wenn die Blasenbildung einsetzt) auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements.

<Beispiel von PPX>

[0337] Die Erfinder fanden PPX als Material zur Befriedigung der vorstehend erwähnten Beziehung zwischen der verlagerbaren Trennmembran und der Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements.

[0338] Die Grundstruktur, das Herstellungsverfahren und die Polymerisation von PPX in der vorliegenden Erfindung sind in dem vorstehend erwähnten Dokument US-3 379 803 und den Dokumenten JP-44-21353 und JP-52-37479 offenbart. In mehr spezifischer Weise ist PPX durch die in Fig. 41A bis Fig. 41F dargestellten Formeln definiert (n: ganze Zahl größer als 5.000) und kann allein oder in Kombination verwendet werden.

[0339] Nachstehend werden allgemeine Eigenschaften von derartigem PPX angeführt.

[0340] PPX ist ein kristallines Polymer, das keine Verunreinigungen durch Ionen aufweist, eine Kristallinität von ungefähr 60%, ein Molekulargewicht von ungefähr 500.000 und ausgezeichnetes Wasserabstoßungsvermögen und ausgezeichnete Gasbarriereeigenschaften hat. Ferner ist PPX in allen organischen Lösungsmitteln bei einer Temperatur, die kleiner als 150 °C ist, unlöslich und weist Beständigkeit gegenüber korrodierenden Flüssigkeiten, wie z. B. allen Säuren und alkalischen Stoffen, auf. Weiterhin hat PPX ausgezeichnete Stabilität in bezug auf wiederholte Verlagerung. Ferner kann die Dicke einer Filmausbildung auf leichte Weise exakt gesteuert werden, es kann ein Film, der eng an ein Objekt anpaßbar ist, erhalten werden, und ein Film ohne Löcher kann sogar in einer Dicke von 0,2 µm in Abhängigkeit von dem Objekt, an das der Film angepaßt werden soll, ausgebildet werden. Ferner kann erreicht werden, da PPX keine mechanische Spannung infolge von Betätigungsspannung und keine Wärmespannung infolge von Formänderung durch Wärme auf dem Objekt bewirkt, daß der Film von PPX an dem Objekt dauerhaft und wirksam haftet.

[0341] Bei Verwendung des in Fig. 41A, Fig. 41B oder Fig. 41C dargestellten Materials wurde das Kopfsubstrat mit der mit ihm einstückig ausgebildeten beweglichen Membran durch das Herstellungsverfahren in der ersten Ausführungsform, das in Fig. 4A bis Fig. 4C dargestellt ist, hergestellt (die Ausbildung des Films selbst der beweglichen Trennmembran wurde jedoch durch Aufdampfpolymerisation ausgeführt, und hinsichtlich der Opferschicht wurde ein passendes Material (z. B. Aluminium), das zum Bereitstellen des Selektionsverhältnisses zwischen der beweglichen Trennmembran und dem Bauelementsubstrat dank der Auflösung des Ätzverhältnisses in der Lage ist, ausgewählt), und nachdem das Kopfsubstrat mit der in Fig. 3C dargestellten Deckplatte vom mit der Öffnung integralen Typ durch einen Klebstoff verbunden wurde, wurden die Ausstoßöffnungen durch das in Fig. 5A bis Fig. 5C dargestellte Verfahren ausgebildet, um den Flüssigkeitsausstoßkopf zu schaffen (in dem in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Kopfaufbau ist die bewegliche Trennmembran aus PPX anstelle von SiN hergestellt).

[0342] Physikalische Eigenschaften, grundlegende Eigenschaften und Aufbringen (während der Filmausbildung) der jeweiligen Materialien waren wie in der nachstehenden Tabelle 1 dargestellt:

Tabelle 1

Test-material	A (Zusammensetzung von Fig. 41A)	B (Zusammensetzung von Fig. 41B)	C (Zusammensetzung von Fig. 41C)
Schmelz-punkt	405 °C	280 °C	350 °C
Eigen-schaften	· durchsichtig · ausgezeichnetes Eindringen in kleinen Raum · aufgebrachter Film ist weich · ausgezeichnete elektrische Eigenschaft · konstante dielektrische Eigenschaft in verschiedenen Frequenzbereichen	· durchsichtig · ausgezeichnetes Verhindern von Eindringen von Gas und Dampf · dünner Film ohne Löcher kann ausgebildet werden	· durchsichtig · Dazwischentreten ist etwas schwierig · ausgezeichnete Beständigkeit gegenüber chemischen Mitteln
Ablage-rung	hohe Isolierwirkung	gut	nicht so gut

[0343] Die Wärmezersetzungstemperaturen dieser Testmaterialien sind z. B. 680 °C, und in jedem Testmaterial ist bei einer Temperatur von ungefähr 700 °C die Wärmezersetzungstemperatur höher als die Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements (wenn durch das Wärmeerzeugungselement bewirktes Filmsieden beginnt, und wenn die Blase verschwunden ist), wenn die Temperatur auf der Oberfläche des Wärmeerzeugungselements das Maximum erreicht.

[0344] Ferner ist in jedem Testmaterial der Schmelzpunkt größer als die Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements (wenn die Blase verschwunden ist). Übrigens sind in dem Vergleich zwischen den Schmelzpunkten der Testmaterialien und der Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements (wenn durch das Wärmeerzeugungselement bewirktes Filmsieden beginnt) die Schmelzpunkte der Testmaterialien A und C größer als die Oberflächentemperatur des Wärmeerzeugungselements (wenn Filmsieden beginnt).

[0345] Im Vergleich zu den herkömmlichen Flüssigkeitsausstoßköpfen, in welchen organisches Material wie z. B. Polyimid (herkömmlich als eine Trennmembran bekannt) als bewegliche Trennmembran verwendet wird, wurde in den Flüssigkeitsausstoßköpfen, in welchen die vorstehend angeführten Testmaterialien als bewegliche Trennmembran verwendet werden, gefunden, daß die Anzahl von Malen des Flüssigkeitsausstoßes in jeder Düse beträchtlich erhöht ist, die Dauerhaftigkeit des Kopfs erhöht ist und der normale Zustand durch Ausführen der Wiederherstellungsbehandlung schnell wiederhergestellt wird, wenn schlechtes Ausstoßen erfaßt wird. Ferner wurde keine Tintenkorrosion gefunden.

[0346] Selbst wenn die vorstehend beschriebene Trennmembran verwendet wird, ist das Wärmeabstrahlungsvermögen des Kopfs ausgezeichnet, da sowohl das Substrat als auch die Deckplatte aus Material der

Siliziumgruppe ausgebildet sind, wodurch die Standzeit des Kopfs weiter verbessert ist.

[0347] Nachstehend erfolgt in bezug auf das vorstehend beschriebene Herstellungsverfahren unter Bezugnahme auf Fig. 42A bis Fig. 42C eine ergänzende Erläuterung hinsichtlich des Aufbringens des PPX-Films.

[0348] Fig. 42A bis Fig. 42C zeigen erläuternde Ansichten zur Darstellung einer Veränderung im Material in dem Abscheidungsreaktionsverfahren, wenn die bewegliche Trennmembran aus dem in Fig. 41A dargestellten PPX allein hergestellt wird. Zuerst wird Di-p-Xylylen in Form des festen Dimeren als Rohmaterial, dargestellt in Fig. 42A, bei einer Temperatur von ungefähr 100 bis 200 °C verdampft. Dann wird die Ausbildung von stabilem p-Xylylen-Monomer-Diradikal bei der vorstehend erwähnten Temperatur von ungefähr 700 °C durch Wärmezersetzung des Dimeren bewirkt, wie in Fig. 42B dargestellt ist. Danach werden Absorption und Polymerisation des p-Xylylen-Diradikals auf dem Si-Wafer und dem Kopfsubstrat, auf welchem die Opferschicht aufgebracht ist, gleichzeitig mit dem Ergebnis bewirkt, daß die bewegliche Trennmembran wie in Fig. 17B oder Fig. 10B dargestellt bei Raumtemperatur ausgebildet wird.

[0349] Insbesondere wenn der in Fig. 42B in den in Fig. 42C dargestellten Zustand übergeht, um die bewegliche Trennmembran durch Bewirken der Ausbildung unter Hochvakuum von 0,1 Torr oder weniger auszubilden, kann das p-Xylylen-Diradikal (wärmezersetztes Produkt des Dimeren, das unter Gasphasebedingung ausgebildet wurde) vollständig in feine Spalten eindringen, um sich mit dem Befestigungsabschnitt der beweglichen Trennmembran chemisch stabil zu verbinden, wodurch die Adhäsion zwischen dem fest angeordneten Abschnitt (Verbindungselemente und Flüssigkeitskanäle) der beweglichen Membran und der beweglichen Membran verbessert wird.

[0350] Bei den Herstellungsverfahren, die in Verbindung mit der zweiten bis vierten Ausführungsform erläutert wurden, schließt der PPX-Film genau genommen Si mit einer Dicke von ungefähr einigen Å ein, wenn die bewegliche Trennmembran ausgebildet wird, um mit dem Si-Wafer in Berührung zu gelangen, und danach der Si-Wafer durch CMP oder dergleichen entfernt wird. Durch dieses Si mit einer Dicke in der Größenordnung von Atomen ist berücksichtigt, daß die Steifigkeit der Membran im Vergleich mit PPX allein verändert ist, um dadurch Schlaffheit zu unterdrücken. Wie in der vierten Ausführungsform kann dementsprechend bei Verwendung der Seite des PPX-Films, die sich mit dem Si in Berührung befindet, als Seite, die zum Widerstandselement für die Wärmeerzeugung (zur Seite des zweiten Flüssigkeitskanals) gerichtet ist, verhindert werden, daß die bewegliche Trennmembran mit der Oberfläche des Widerstandselements für die Wärmeerzeugung in Berührung gelangt, wenn die Blase verschwunden ist.

<Technische Aufgabenstellung und Auswirkung)

[0351] In der vorliegenden Erfindung sind, wie vorstehend erwähnt, wenn die Flüssigkeit durch Ausbildung der Blase, die durch das Filmsieden bei Verwendung des organischen Films und des Wärmeerzeugungselements ausgestoßen wird, die in Betracht gezogenen Entwicklungsmöglichkeiten, welche verwirklicht werden können, dem herkömmlichen technischen Stand überlegen und bedeuten tatsächliche Erfindung.

[0352] Aus dem herkömmlichen Stand der Technik lassen sich Aufgabenstellungen zur Verbesserung der Ausstoßleistung ableiten. Zuvor wurden meist einfache Trennmembranen, die in der Lage sind, die lediglich blasenbildende Flüssigkeit und die Ausstoßflüssigkeit zu trennen, berücksichtigt.

[0353] Von diesem Gesichtspunkt aus bedeuten die vorstehend erwähnten technischen Aufgaben der vorliegenden Erfindung "Verbesserung der beweglichen Trennmembran allein und des Tintenstrahlkopfs unter Berücksichtigung der Wärmefaktoren bei der Verlagerung der Trennmembran, die durch eine Reihe von Veränderungen (Erzeugung, Anwachsen und Verschwinden der Blase) verursacht wird" entsprechend der Trennmembran der vorliegenden Erfindung. Das ist vollkommen neuartig.

[0354] Dementsprechend kann die vorstehend beschriebene Erfindung, die das vorstehende Problem löst, die Ursache des Problems selbst lösen, und selbst wenn der anomale Betriebszustand auftritt, kann ein derartiger Zustand schnell durch die Wiederherstellungsbehandlung korrigiert werden. Folglich kann im Vergleich mit dem Flüssigkeitsausstoßkopf, der die herkömmliche Trennmembran aufweist, in dem Flüssigkeitsausstoßkopf der vorliegenden Erfindung die Trennmembran über einen langen Zeitraum benutzt werden, ohne daß sie zerbricht, die Standzeit des Druckkopfs selbst kann verlängert werden, und es kann verhindert werden, daß der Kopfabschnitt mit der Vielzahl von Düsen beschädigt wird. Die jeweiligen Erfindungen sind unabhängig voneinander wirksam, und deren Kombination bringt noch bessere Ergebnisse.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsausstoßkopf, der eine Ausstoßöffnung (**11**) zum Ausstoßen von Flüssigkeitströpfchen, einen ersten Flüssigkeitskanal (**3**), der mit der Ausstoßöffnung (**11**) zum Zuführen von Flüssigkeit zu der Ausstoßöffnung (**11**) in Verbindung steht, einen zweiten Flüssigkeitskanal (**4**), ein Wärmeerzeugungselement (**2**) zum Erzeugen einer Blase in einer Flüssigkeit, die in dem zweiten Flüssigkeitskanal (**4**) enthalten ist, und eine bewegliche Trennmembran (**5**) zur vollständigen Isolation des ersten Flüssigkeitskanals (**3**) und des zweiten Flüssigkeitskanals (**4**) voneinander, welche durch die an dem Wärmeerzeugungselement (**2**) erzeugte Blase verlagerbar ist, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die bewegliche Trennmembran (**5**) Poly-p-Xylylen aufweist.

2. Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß Anspruch 1, der aufweist:
– eine obere Platte (**6**), die eine Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**), eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) entsprechend der Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**) und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer (**143**) zum Zuführen der Flüssigkeit zu den ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) aufweist,
– ein Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat (**1**) mit einer Vielzahl von zweiten Flüssigkeitskanälen (**4**), welche auf dem Substrat (**1**), auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen (**2**) angeordnet sind, ausgebildet sind und welche angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle (**3**) angeordnet sind, wobei jeder einen blasenerzeugenden Bereich aufweist, und mit Ansteuerungsvorrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente (**2**), wobei
die bewegliche Membran einen mit der beweglichen Membran zusammengefügten Rahmen hat, um die bewegliche Membran zu haltern.

3. Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß Anspruch 2, wobei der Rahmen (**130a**, **130b**) angeordnet ist, um verformbare Abschnitte der Trennmembran (**5**) zu umgeben.

4. Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß Anspruch 2 oder 3, wobei der Rahmen (**130a**, **130b**) angeordnet ist, um beide Oberflächen der Trennmembran (**5**) einzuklemmen.

5. Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß Anspruch 4, wobei der Rahmen Zusammenfügungselemente (**130a**, **130b**) aufweist, die an beiden Oberflächen der beweglichen Trennmembran (**5**) angeordnet sind und Zusammenfügungsabschnitte haben, die miteinander zusammengefügt sind.

6. Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei ein bewegliches Auslegerelement (**131**), das angrenzend an die bewegliche Membran (**5**) angeordnet ist und das durch die an dem Wärmeerzeugungselement (**2**) erzeugte Blase in einer Richtung zu der Ausstoßöffnung (**11**) hin geöffnet werden kann, einstückig mit dem Rahmen (**130a**, **130b**) ausgebildet ist.

7. Druckkopfkassette mit dem Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 und einem Tintenbehälter (**1140**) zum Vorhalten von Flüssigkeit, die von dem Druckkopf auszustoßen ist.

8. Flüssigkeitsausstoßgerät mit dem Flüssigkeitsausstoßkopf gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6 und einem Tintenbehälter (**1140**) zum Vorhalten von Flüssigkeit, die von dem Flüssigkeitsausstoßkopf auszustoßen ist, einem Anordnungsabschnitt (HC), auf welchem der Flüssigkeitsausstoßkopf angeordnet ist, und einer Zuführungsvorrichtung zum Zuführen eines Aufzeichnungsmediums, auf welchem durch den Flüssigkeitsausstoßkopf Aufzeichnung bewirkt wird.

9. Verfahren zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs; gemäß Anspruch 1 weist das Verfahren die Schritte auf von:
– Ausbilden einer oberen Platte (**6**), welche eine Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**), eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) entsprechend der Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**) und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer (**143**) zum Zuführen der Flüssigkeit zu den ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) aufweist;
– Ausbilden eines Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats (**1**) mit einer Vielzahl von zweiten Flüssigkeitskanälen (**4**), welche auf dem Substrat (**1**), auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen (**2**) angeordnet sind, ausgebildet sind und welche angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle (**3**) angeordnet sind, wobei jeder einen blasenerzeugenden Bereich aufweist, und mit Ansteuerungsvorrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente (**2**), und
– Ausbilden der beweglichen Trennmembran (**5**), welche Poly-p-Xylylen aufweist, wobei
in dem Schritt zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran die bewegliche Trennmembran (**5**) einstückig mit einem Abschnitt (**1**, **130a**) zum Anbringen der beweglichen Trennmembran (**5**) ausgebildet wird.

10. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 9, wobei der Abschnitt zum Anbringen der beweglichen Trennmembran (**5**) das Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrat (**1**) ist und das Verfahren ferner aufweist:
– einen Schritt zum Anordnen einer Opferschicht (**117**) auf Abschnitten des Substrats (**16**), auf welchem die zweiten Flüssigkeitskanäle (**4**) ausgebildet werden,
– einen Schritt zum Ausbilden eines Durchgangslochs in einer Rückseite einer Fläche, auf welcher die Opferschicht (**117**) angeordnet ist, und
– einen Schritt zum Entfernen der Opferschicht (**117**) durch das Durchgangsloch, wobei die bewegliche Trennmembran (**5**) auf der Oberfläche des Substrats (**16**), auf welchem die Opferschicht (**117**) angeordnet ist, geschaffen wird.

11. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 9, wobei der Abschnitt zum Anbringen der beweglichen Trennmembran (**5**) ein erster Rahmen (**130a**) ist, der auf einem Bereich, der ein anderer als verformbare Abschnitte der beweglichen Trennmembran (**5**) ist, angeordnet ist und das Verfahren ferner aufweist:
– einen Schritt zum Ausbilden des ersten Rahmens zum Anordnen des ersten Rahmens (**130a**) auf einem Träger (**17**) zum Ausbilden des ersten Rahmens (**130a**) vor dem Schritt zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran, und
– einen Schritt zum Entfernen des Trägers (**17**) nach dem Schritt zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran.

12. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 11, das ferner einen Schritt zum Anordnen eines zweiten Rahmens (**130b**) auf der Trennmembran (**5**) nach dem Schritt zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran aufweist.

13. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 11 oder 12, wobei in dem Schritt zum Ausbilden des ersten Rahmens ein bewegliches Auslegerelement (**131**), das sich mit der beweglichen Trennmembran (**5**) entsprechend deren verformbaren Abschnitten in Berührung befindet und in Richtung der Ausstoßöffnungen (**11**) geöffnet werden kann, gleichzeitig mit dem ersten Rahmen (**130a**) ausgebildet wird.

14. Verfahren zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfs; gemäß Anspruch 1 weist das Verfahren die Schritte auf von:
– Ausbilden einer oberen Platte (**6**), welche eine Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**), eine Vielzahl von ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) entsprechend der Vielzahl von Flüssigkeitsausstoßöffnungen (**11**) und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer (**143**) zum Zuführen der Flüssigkeit zu den ersten Flüssigkeitskanälen (**3**) aufweist;
– Ausbilden eines Flüssigkeitsausstoßkopfsubstrats (**1**) mit einer Vielzahl von zweiten Flüssigkeitskanälen (**4**), die auf dem Substrat (**1**), auf welchem eine Vielzahl von Wärmeerzeugungselementen (**2**) angeordnet sind, ausgebildet sind und welche angrenzend an die ersten Flüssigkeitskanäle (**3**) angeordnet sind, wobei jeder einen blasenerzeugenden Bereich aufweist, und mit Ansteuerungsvorrichtungen zum Ansteuern der Wärmeerzeugungselemente (**2**), und
– Ausbilden der beweglichen Trennmembran (**5**), welche Poly-p-Xylylen aufweist, wobei das Verfahren ferner aufweist:
– einen Schritt zum Anordnen der beweglichen Trennmembran (**5**) auf einem Träger (**17**) zum Ausbilden der beweglichen Trennmembran (**5**),
– einen Schritt zum Anordnen eines Befestigungsabschnitts (**14**) auf der beweglichen Trennmembran (**5**) zum Befestigen der beweglichen Trennmembran (**5**) und
– einen Schritt zum Entfernen des Trägers (**17**).

15. Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 14, wobei der Befestigungsabschnitt (**14**) einen Teil der ersten Flüssigkeitskanäle (**3**) ausbildet.

Es folgen 37 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

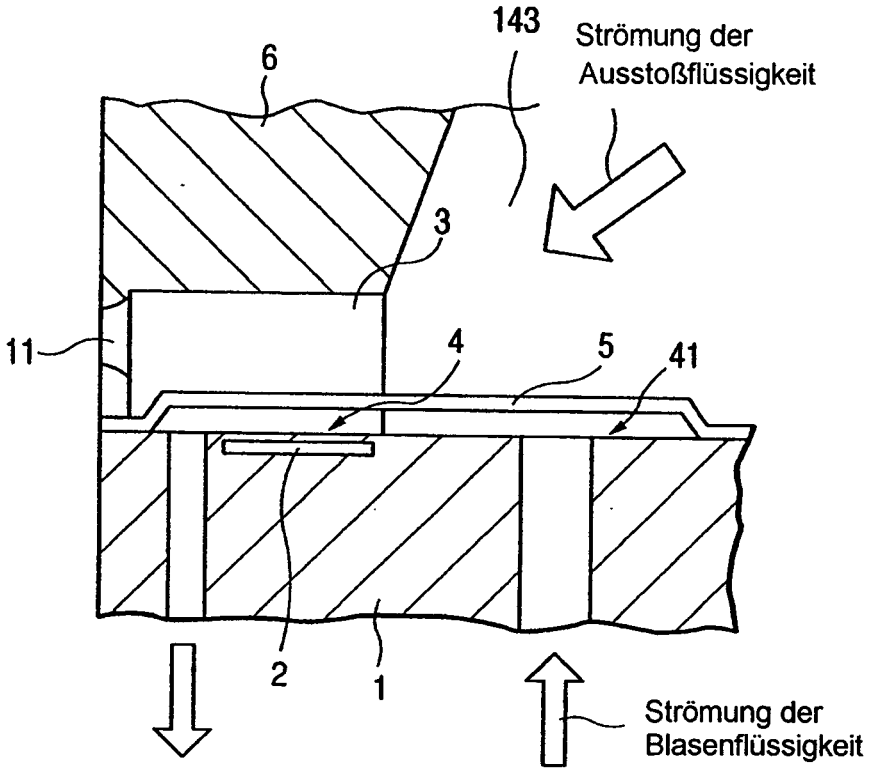


FIG. 2

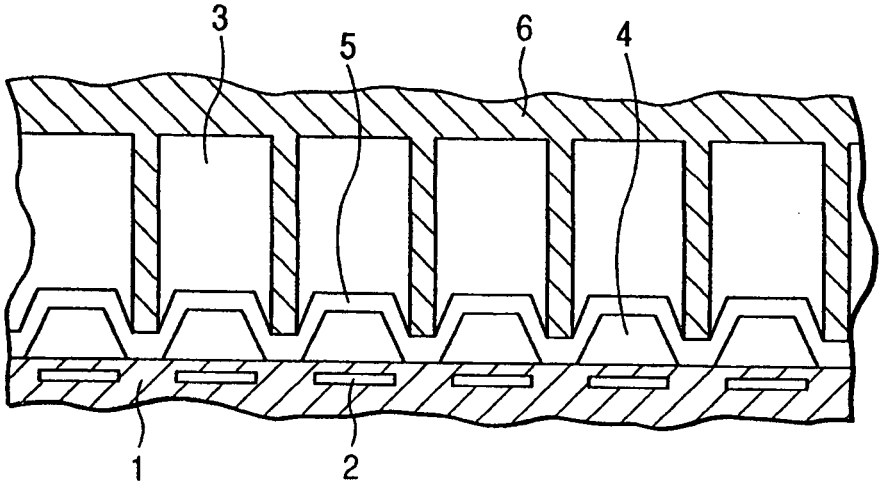


FIG. 3A

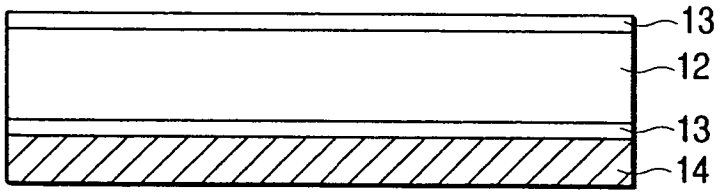


FIG. 3B

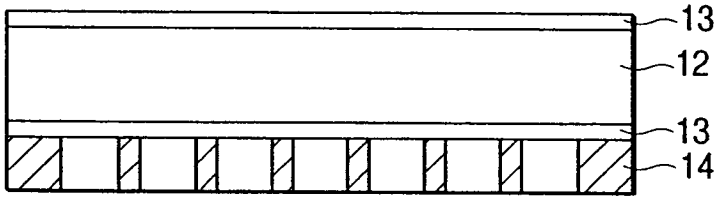


FIG. 3C

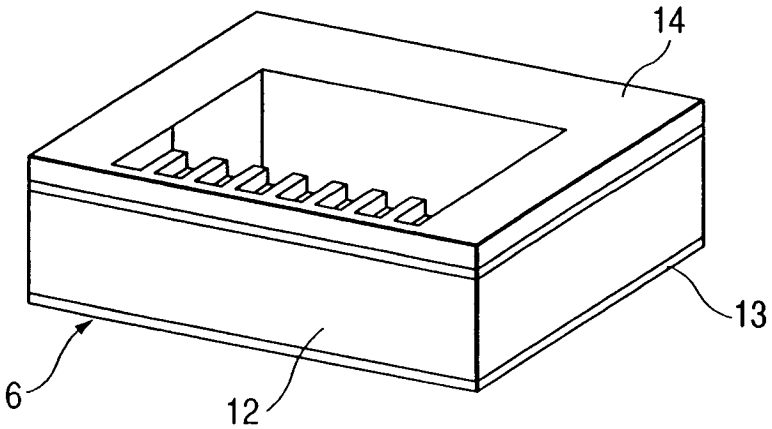


FIG. 4A

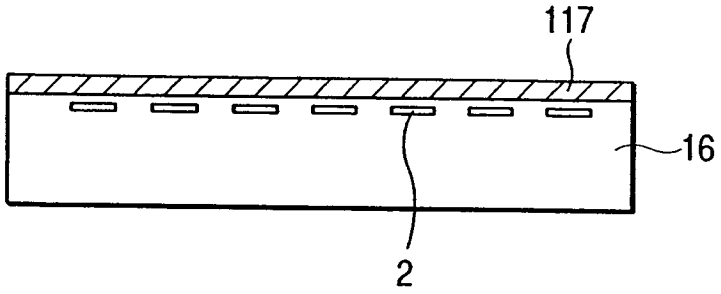


FIG. 4B

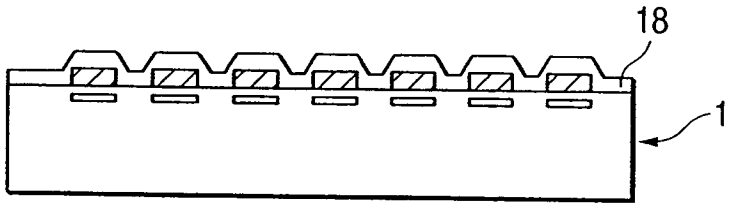


FIG. 4C

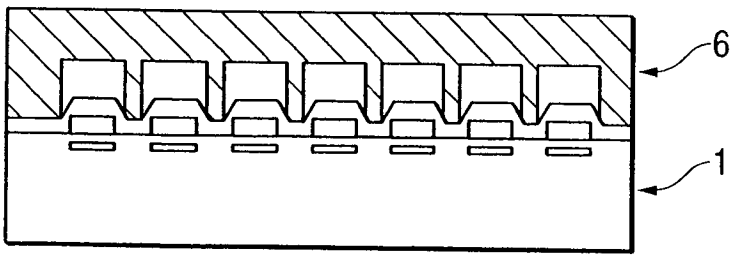


FIG. 5A

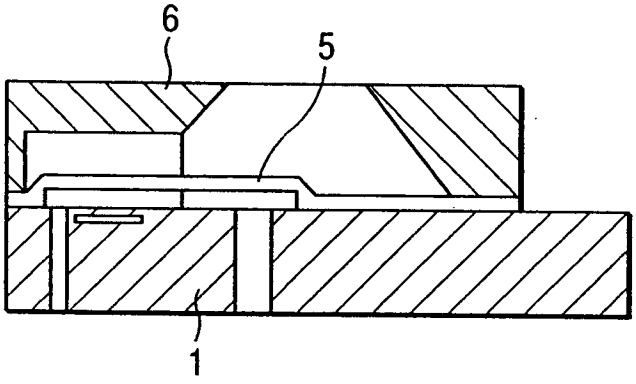


FIG. 5B

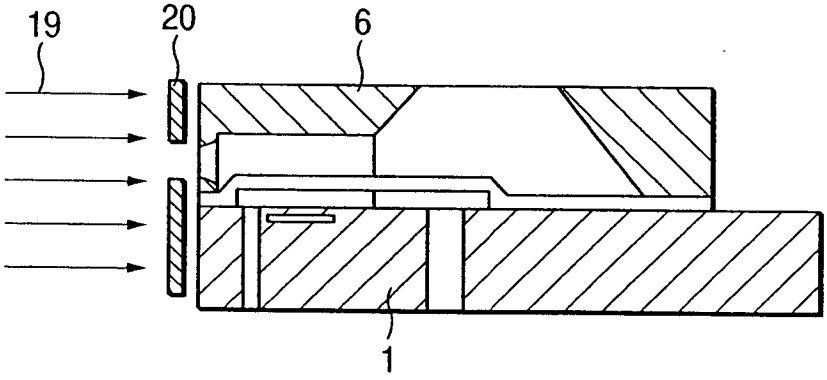


FIG. 5C

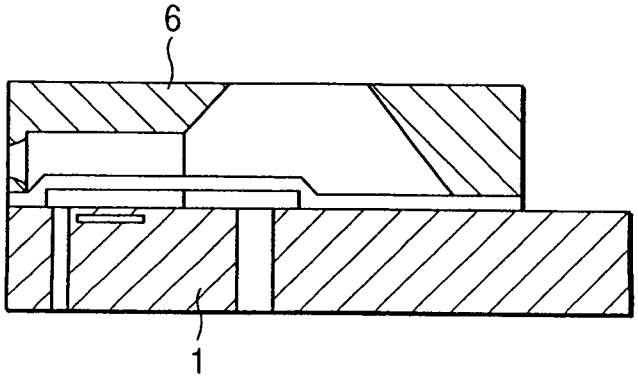


FIG. 6A

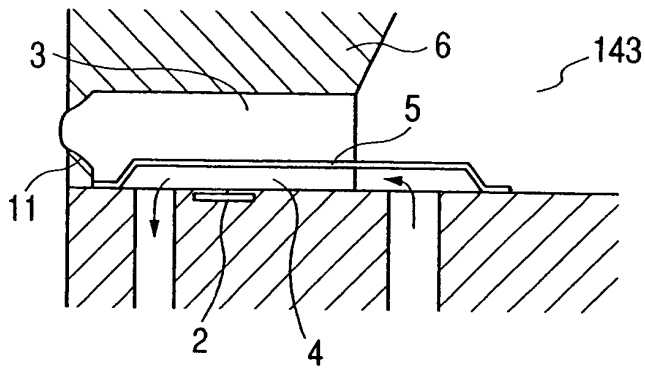


FIG. 6B

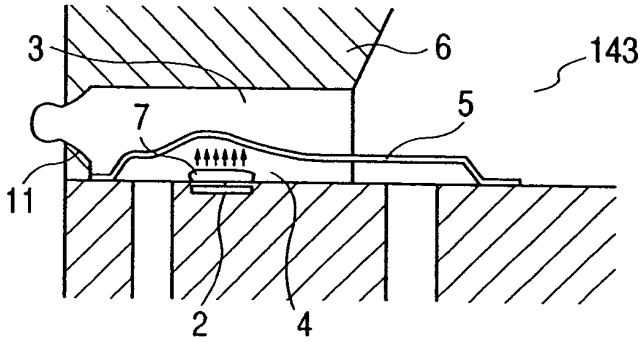


FIG. 6C

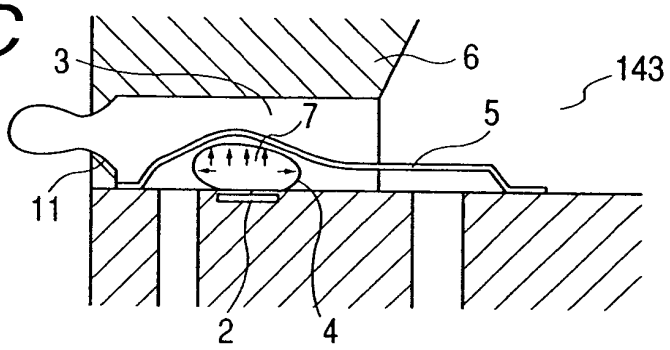


FIG. 6D

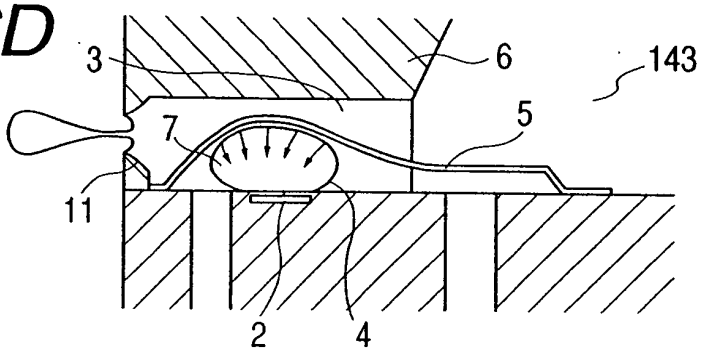


FIG. 6E

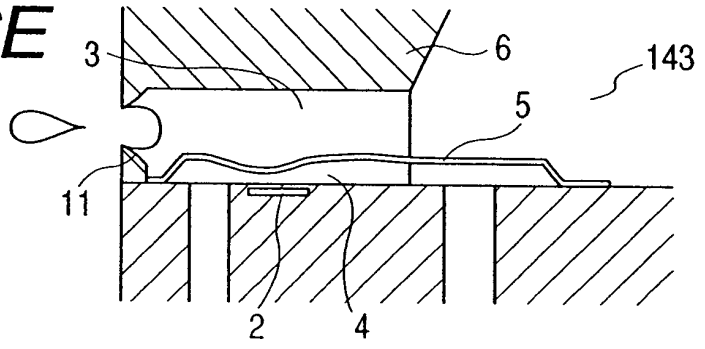


FIG. 7

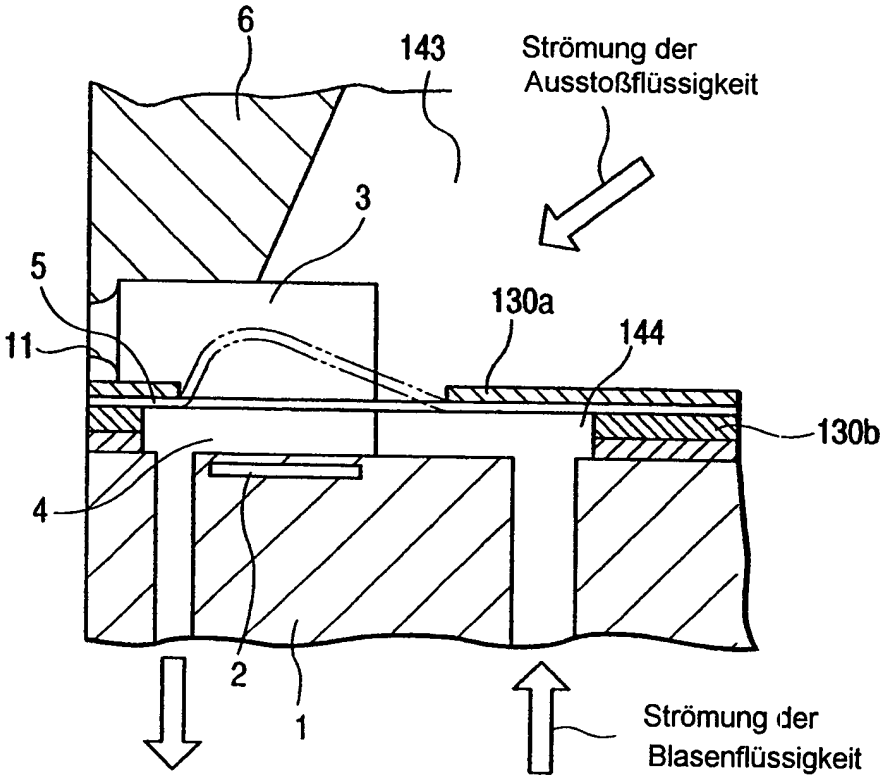

6
143
Strömung der
Ausstoßflüssigkeit
3
5
130a
11
144
130b
4
2
1
Strömung der
Blasenflüssigkeit

FIG. 8

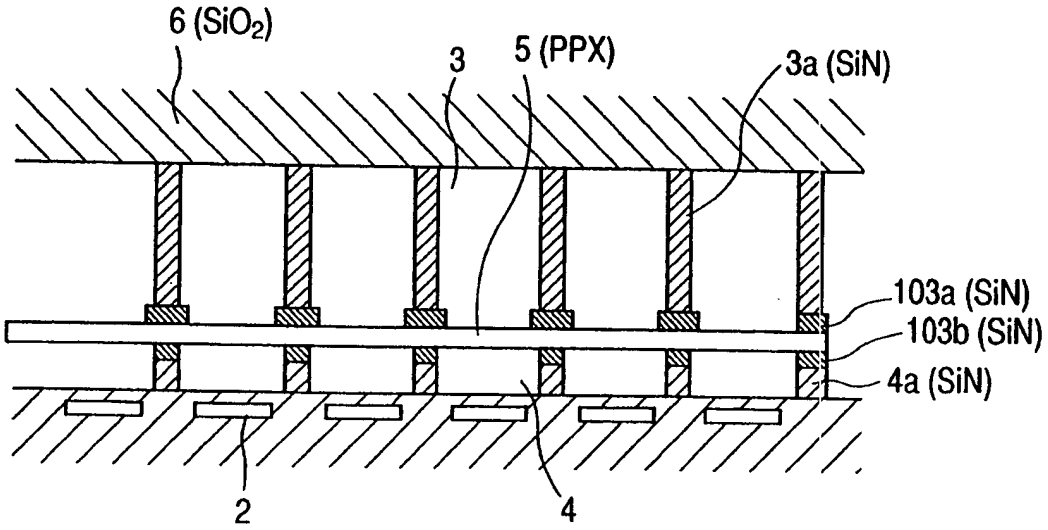

6 (SiO_2)
3
5 (PPX)
3a (SiN)
103a (SiN)
103b (SiN)
4a (SiN)
2
4

FIG. 9A

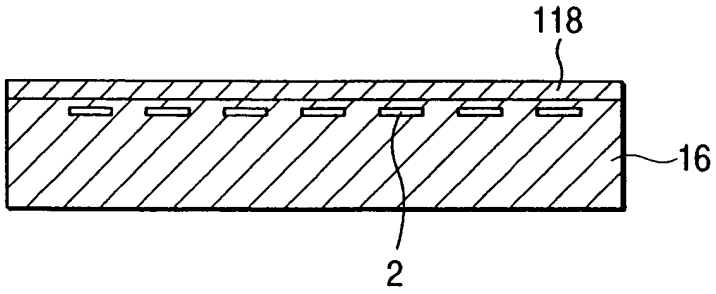


FIG. 9B

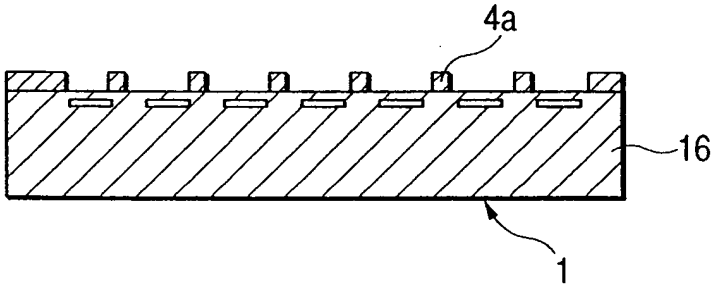


FIG. 9C

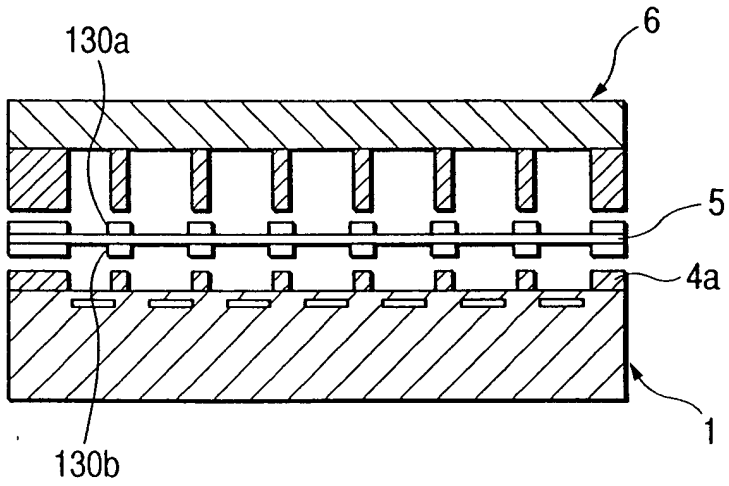


FIG. 10A

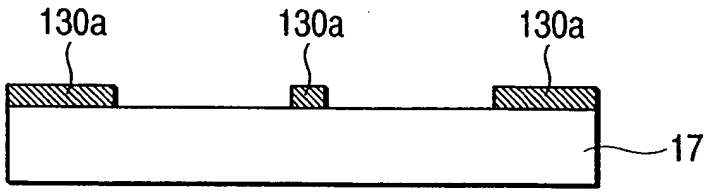


FIG. 10B

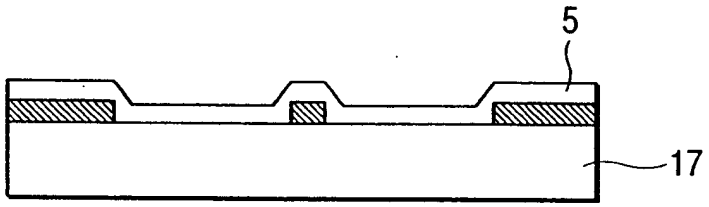


FIG. 10C

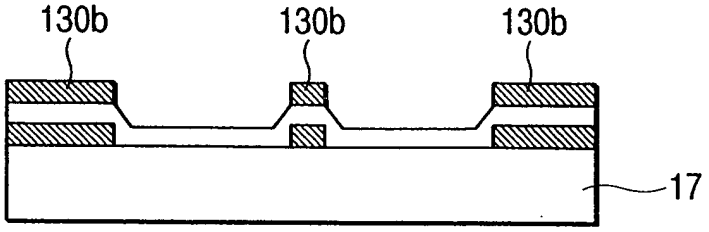


FIG. 10D

FIG. 11A

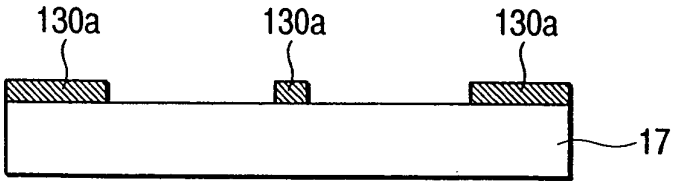


FIG. 11B

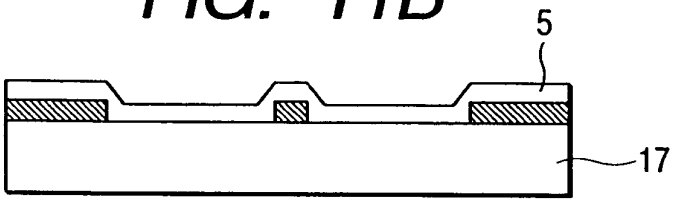


FIG. 11C

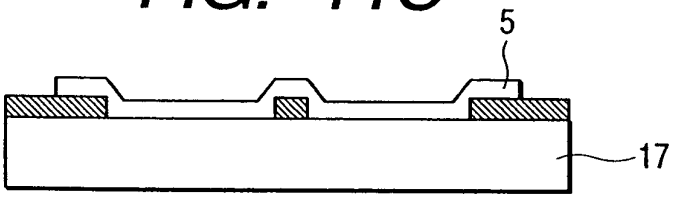


FIG. 11D

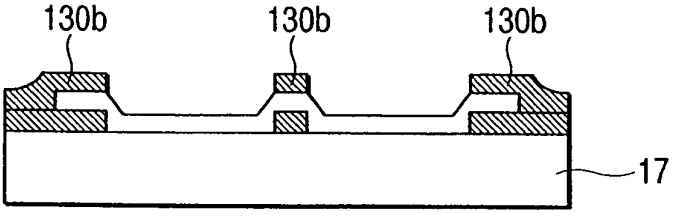


FIG. 11E

FIG. 12A

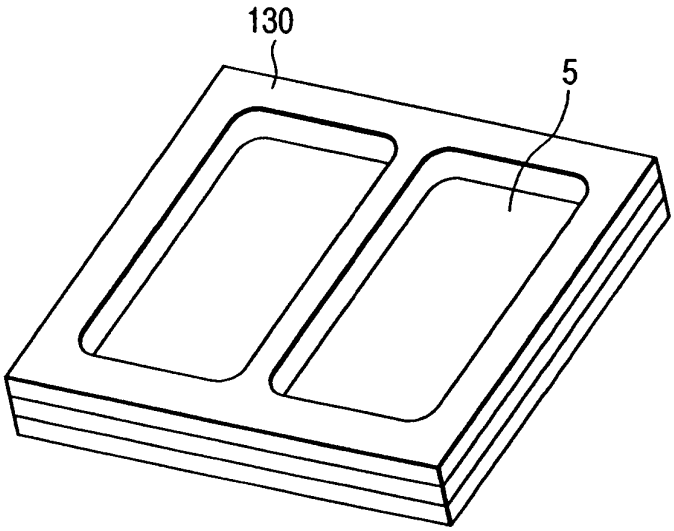


FIG. 12B

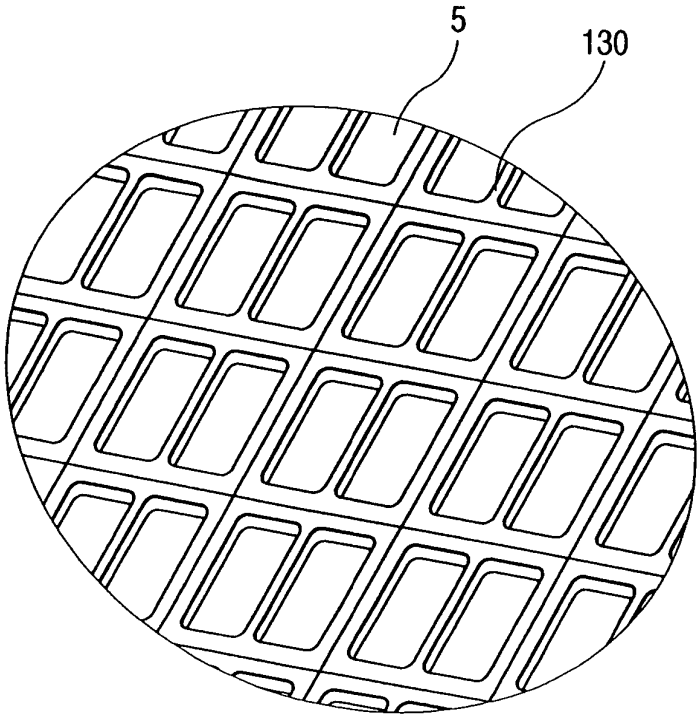


FIG. 13A

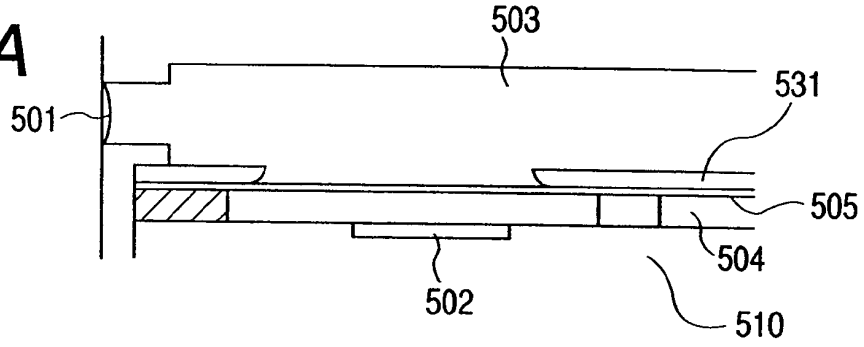


FIG. 13B

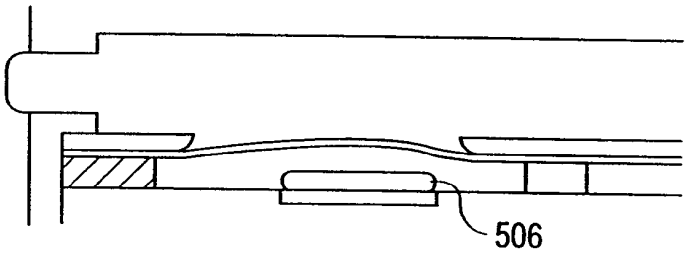


FIG. 13C

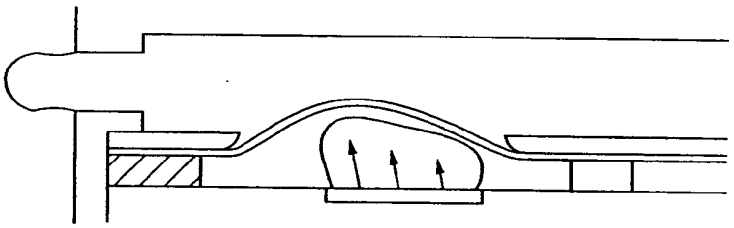


FIG. 13D

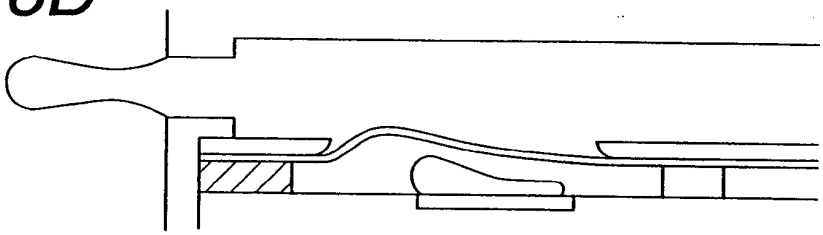


FIG. 13E

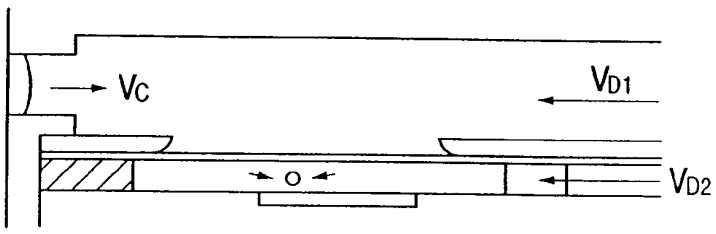


FIG. 14A

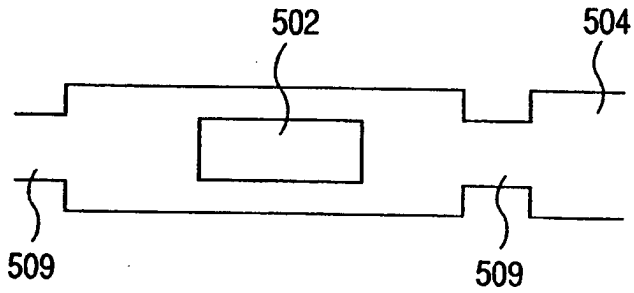


FIG. 14B

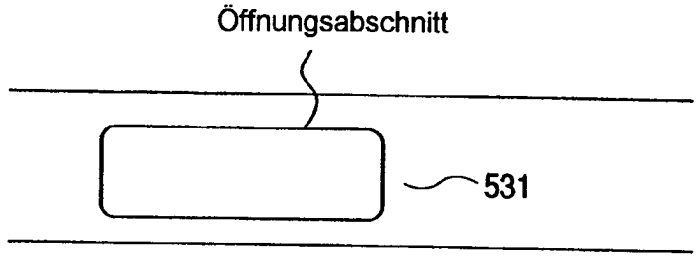


FIG. 14C

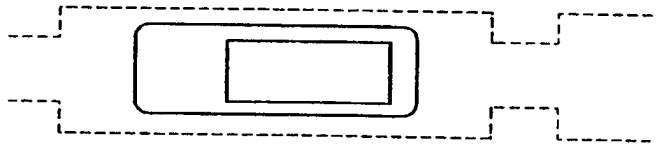
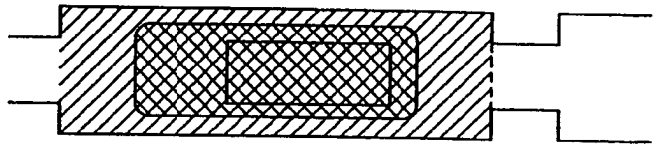


FIG. 14D



: Bereich, in dem der Film nach oben verlagerbar ist

: Bereich, in dem der Film nach unten verlagerbar ist

FIG. 15

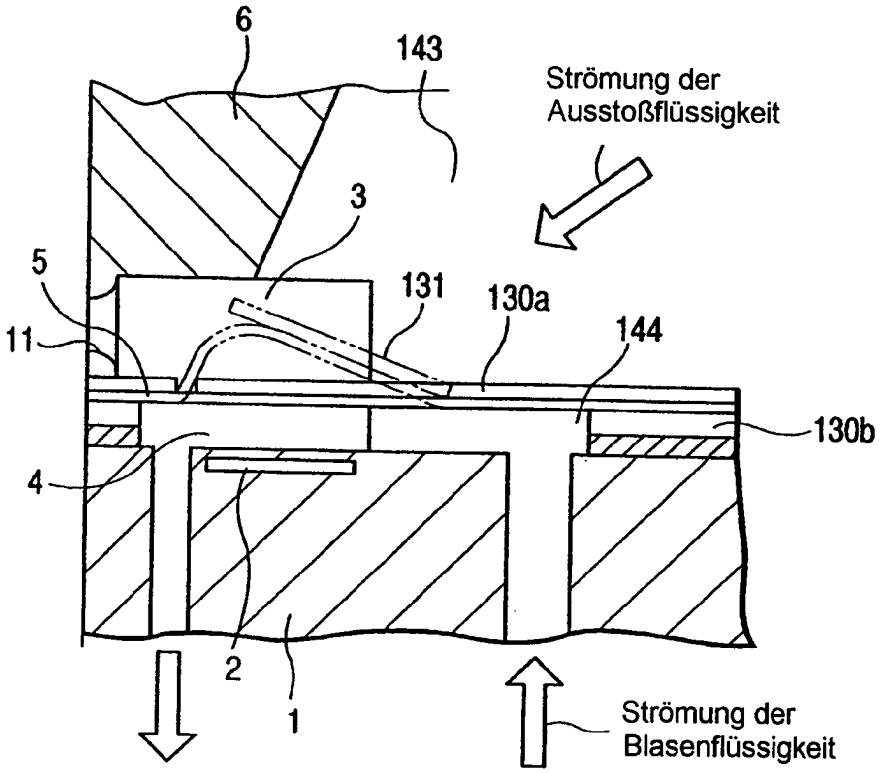

6
143
Strömung der
Ausstoßflüssigkeit
3
5
131
130a
11
144
130b
4
2
1
Strömung der
Blasenflüssigkeit

FIG. 16

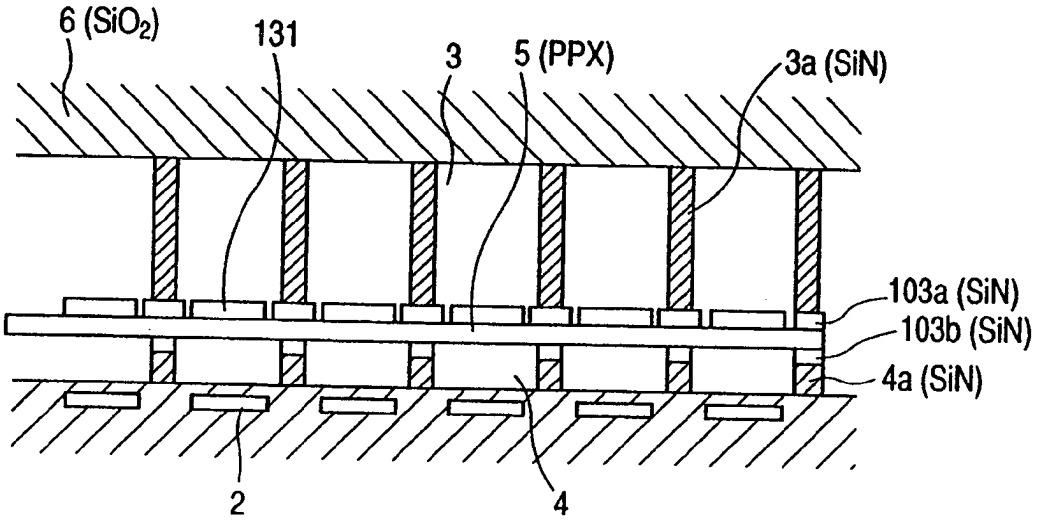

6 (SiO2)
131
3
5 (PPX)
3a (SiN)
103a (SiN)
103b (SiN)
4a (SiN)
2
4

FIG. 17A

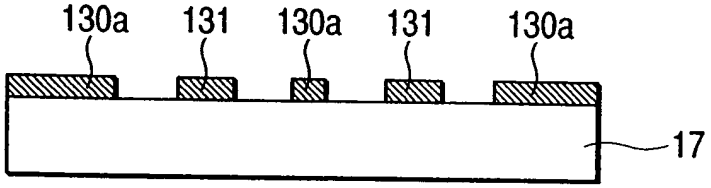


FIG. 17B

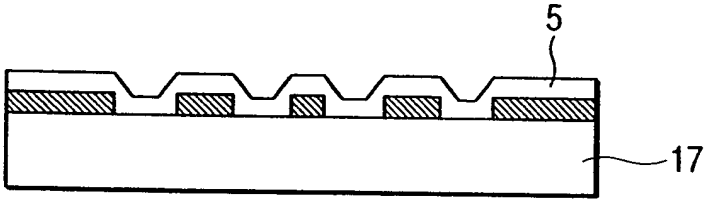


FIG. 17C

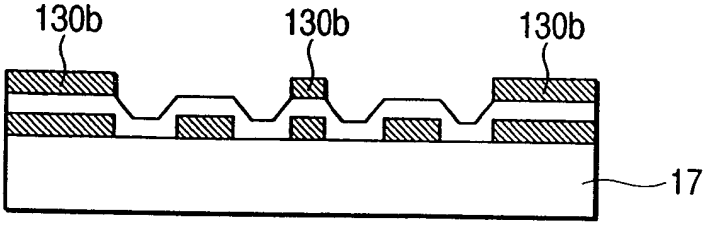


FIG. 17D

FIG. 18A

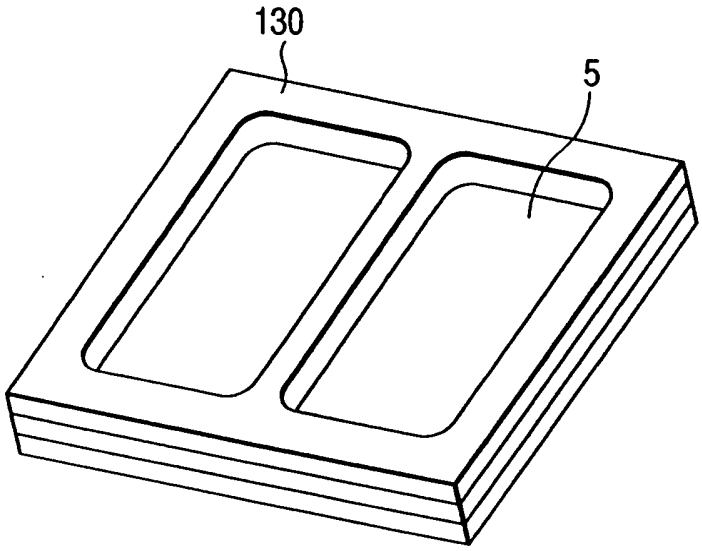


FIG. 18B

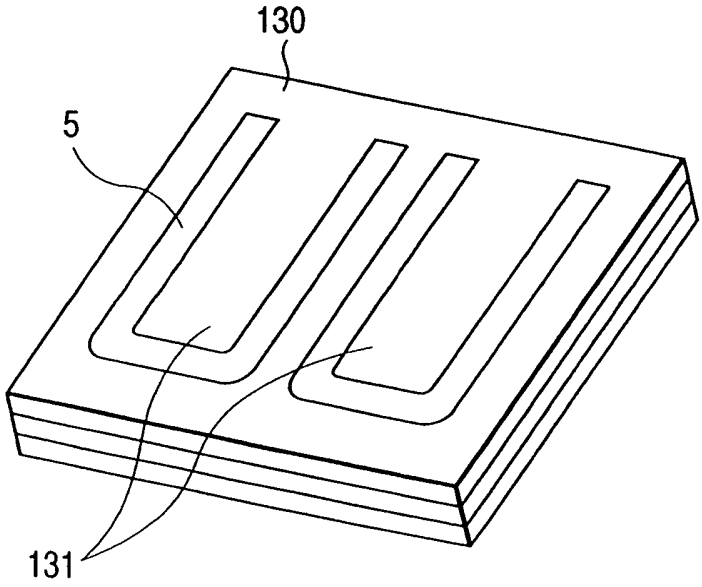


FIG. 19A

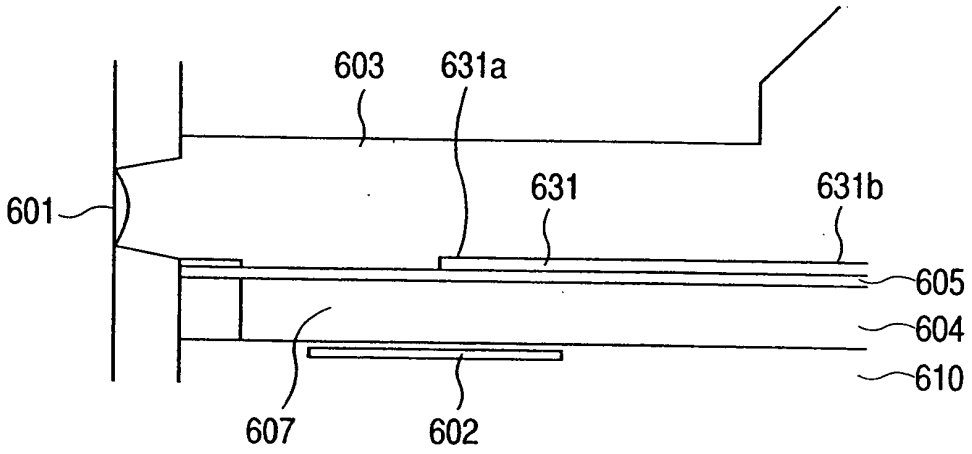


FIG. 19B

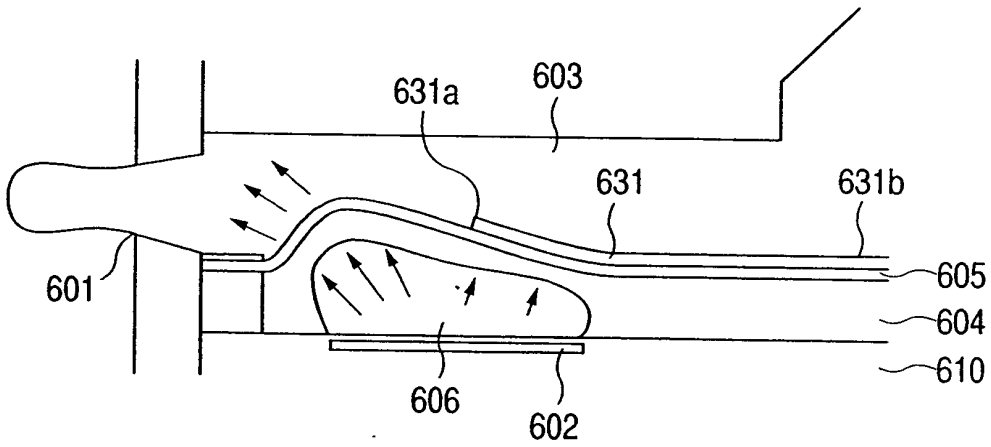


FIG. 19C

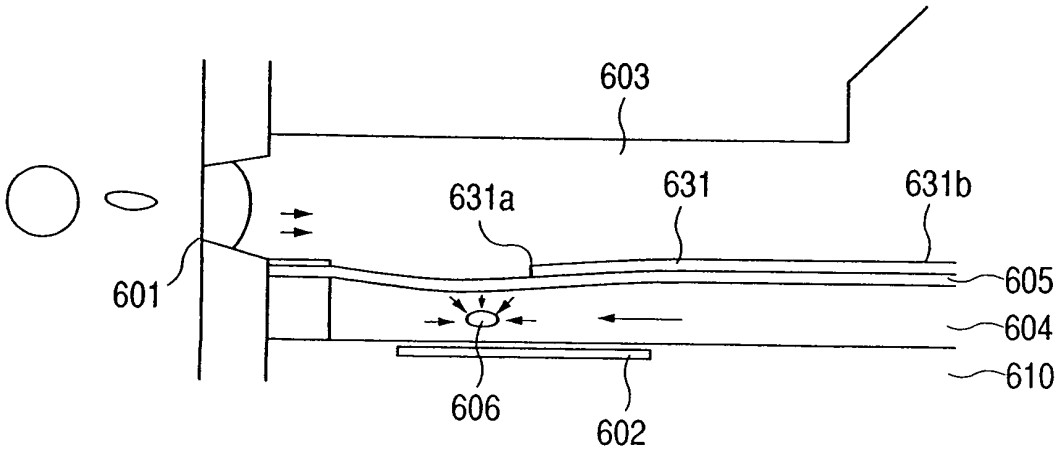


FIG. 20A1

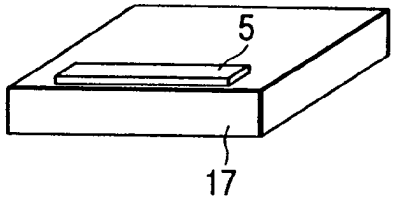


FIG. 20A2

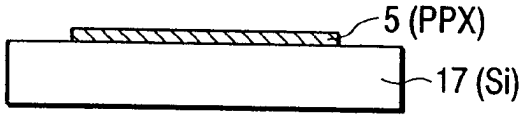


FIG. 20B1

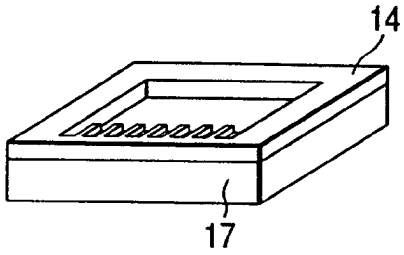


FIG. 20B2

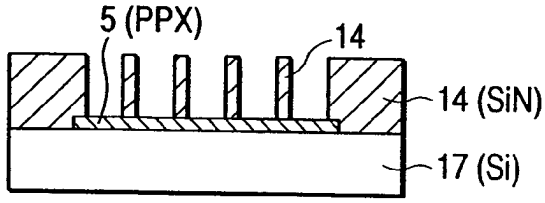


FIG. 20C1

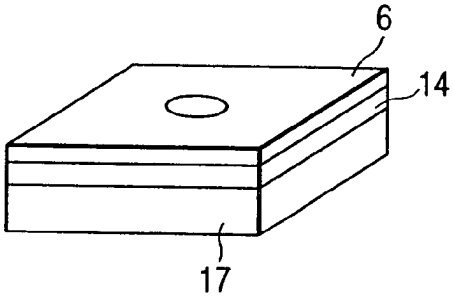


FIG. 20C2

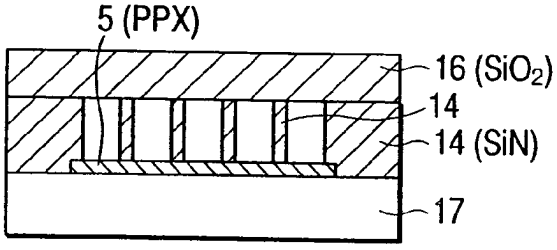


FIG. 20D1

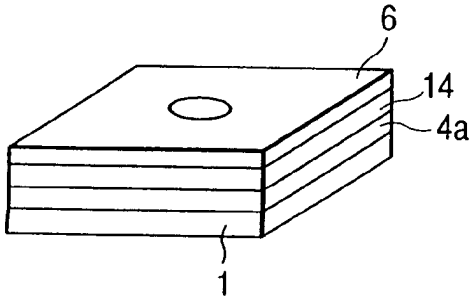


FIG. 20D2

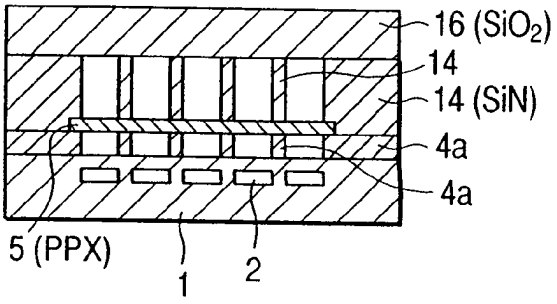


FIG. 21

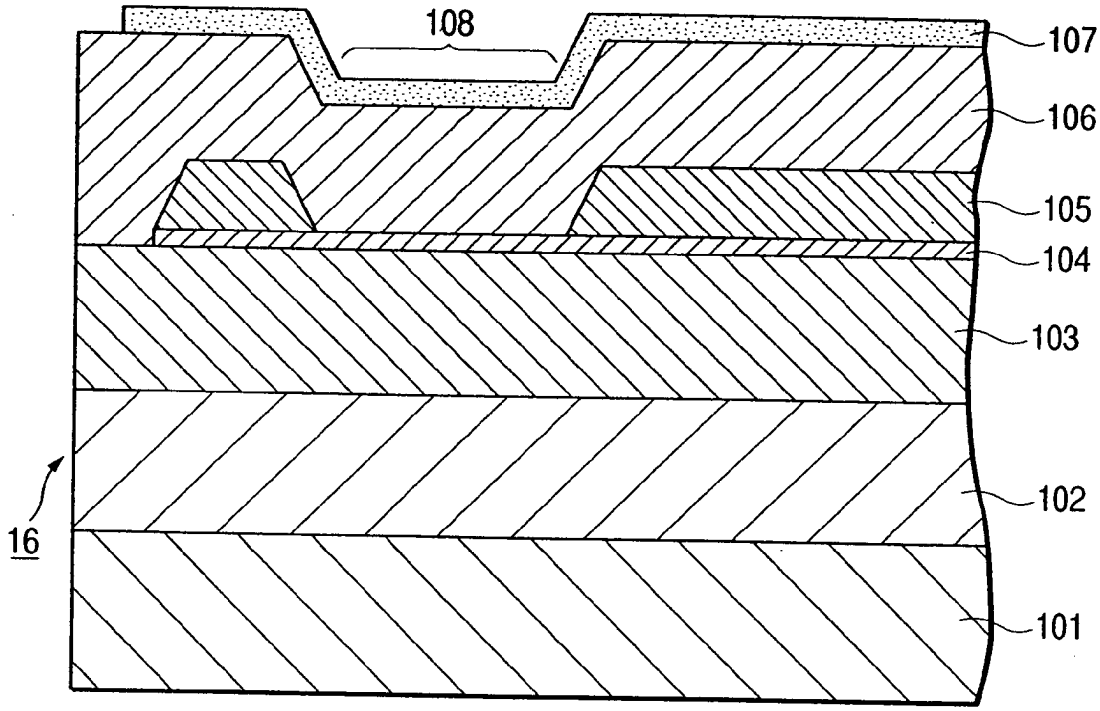


FIG. 22

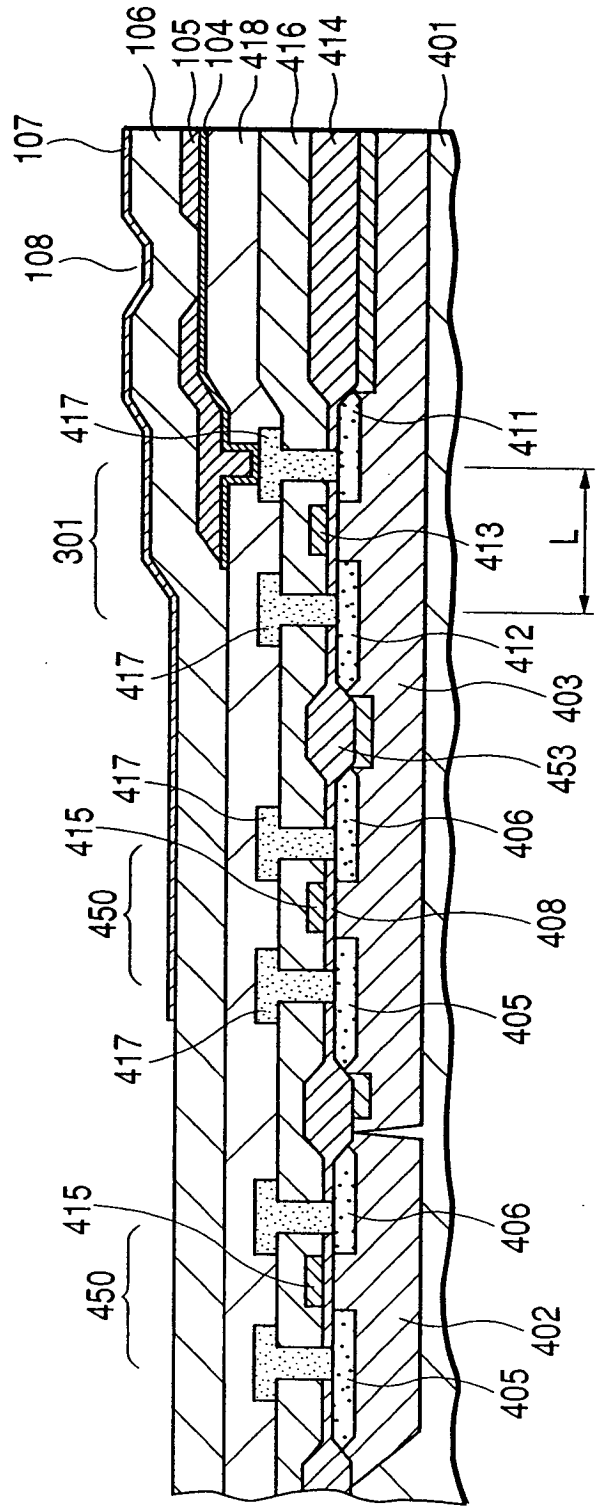

106
105
104
418
416
414
401
107
108
417
411
301
413
L
412
403
453
406
415
450
408
405
402

FIG. 23A

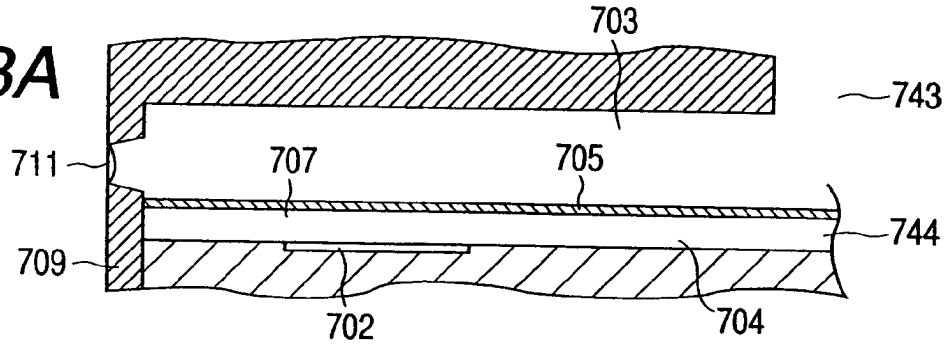


FIG. 23B

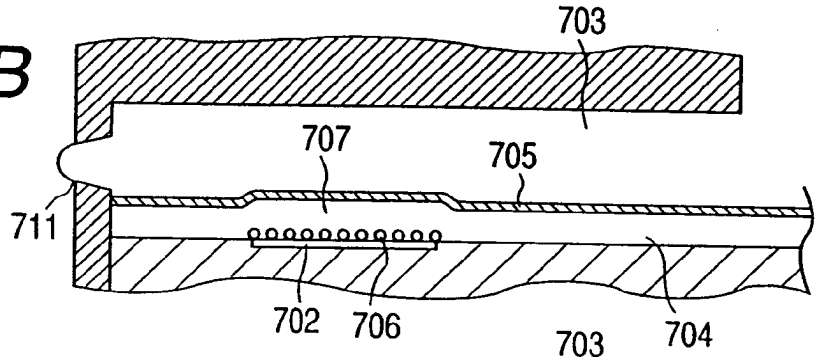


FIG. 23C

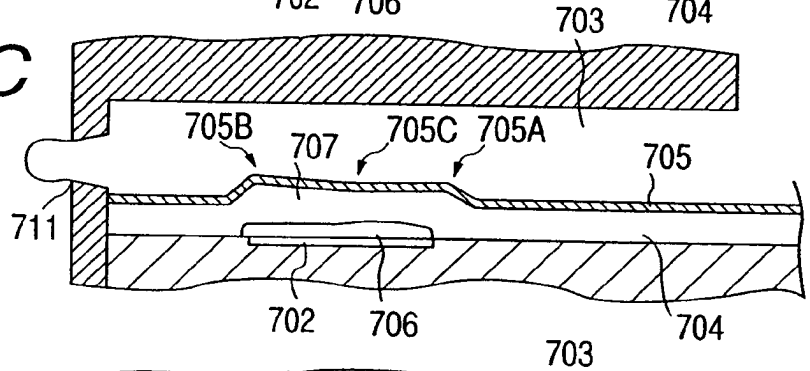


FIG. 23D

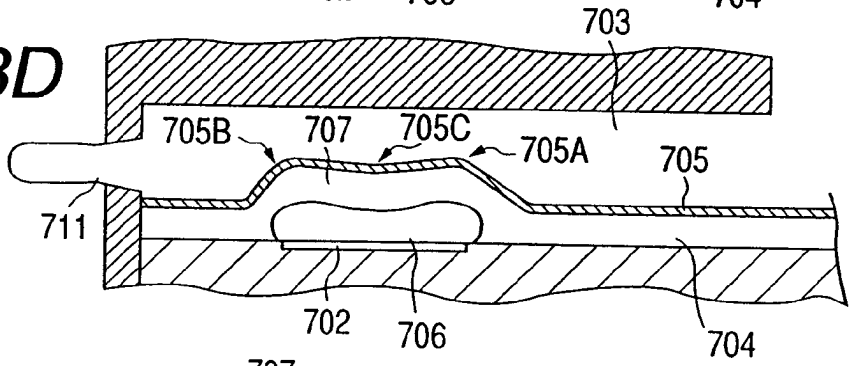


FIG. 23E

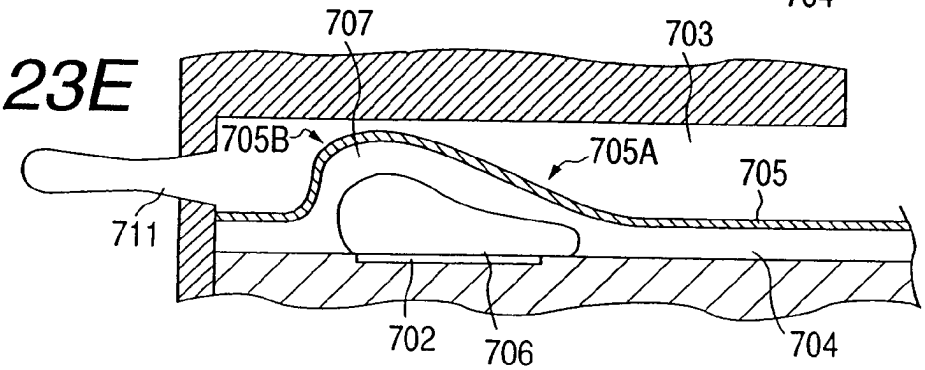


FIG. 24A

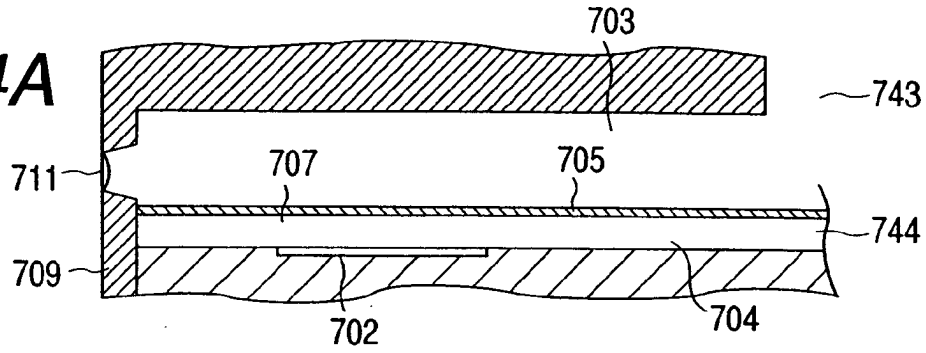


FIG. 24B

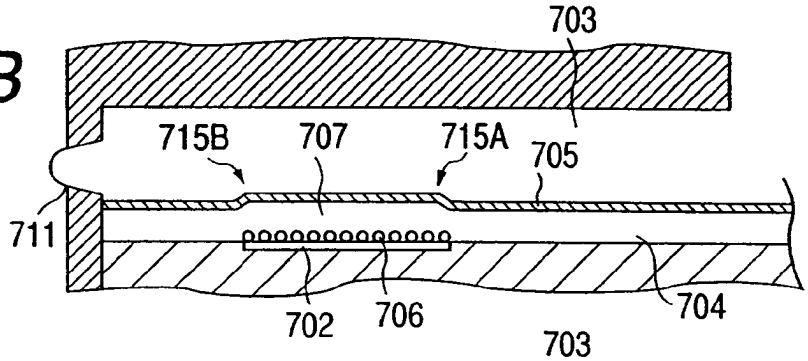


FIG. 24C

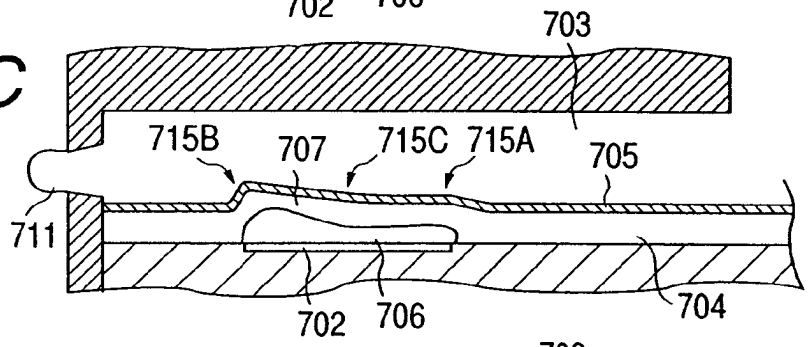


FIG. 24D

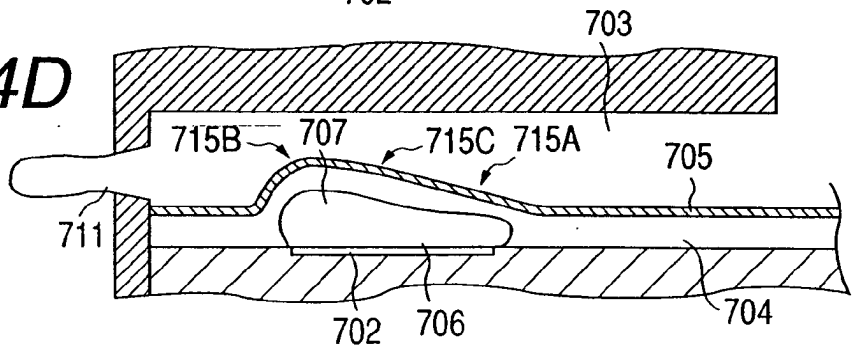


FIG. 24E

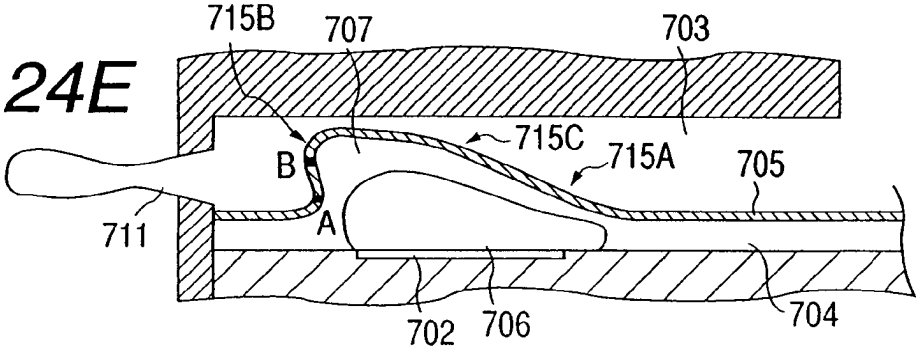


FIG. 25A

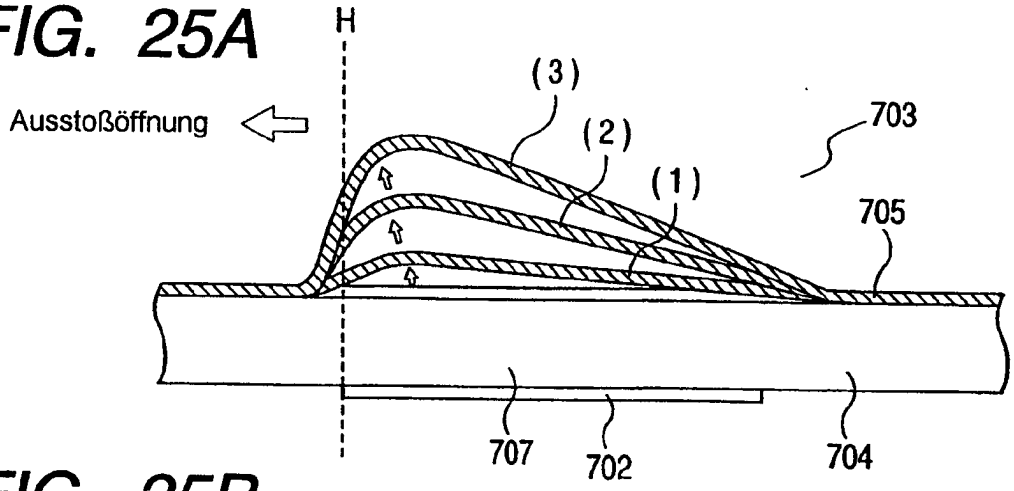


FIG. 25B

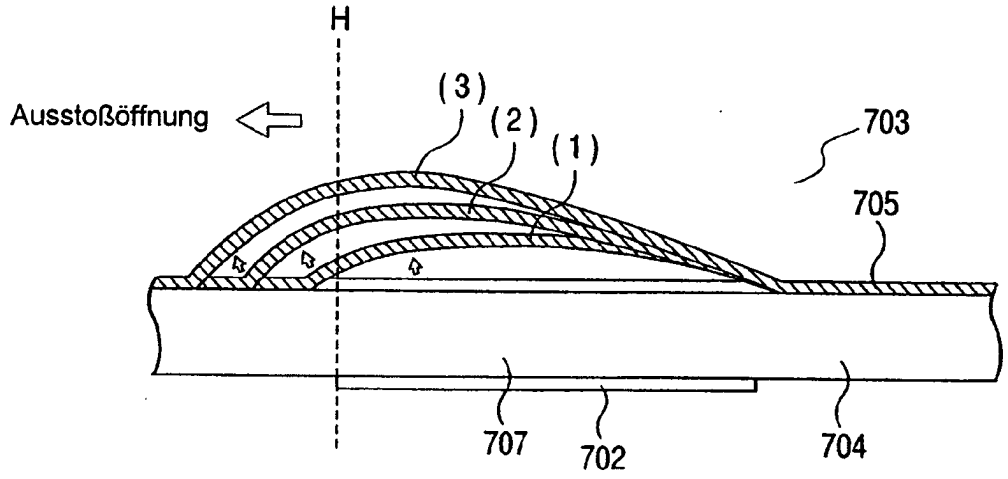


FIG. 25C

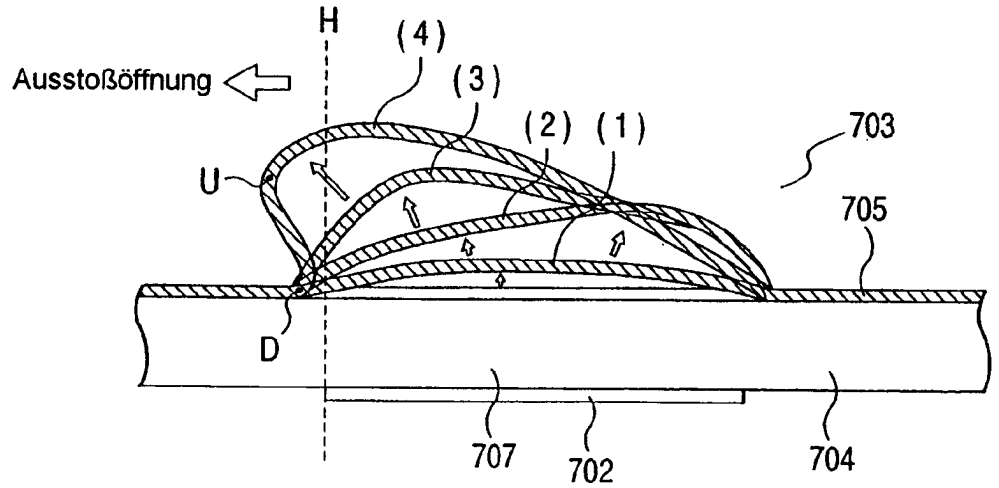


FIG. 26A

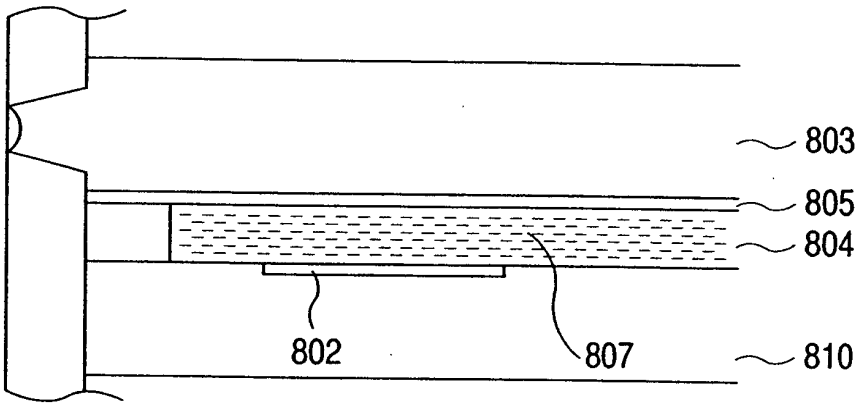


FIG. 26B

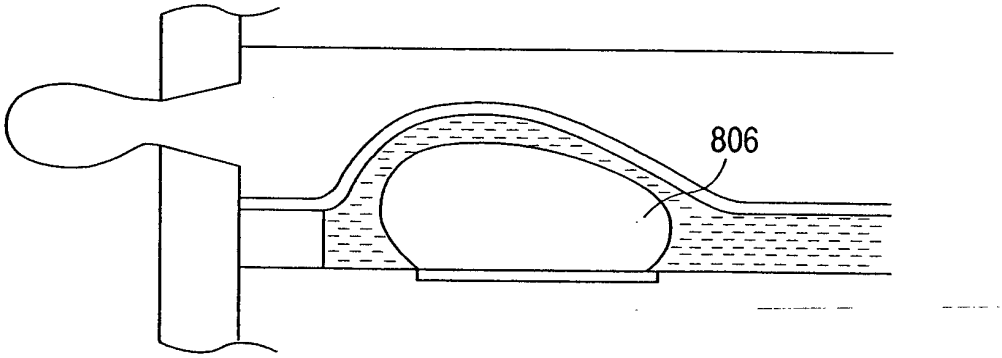


FIG. 26C

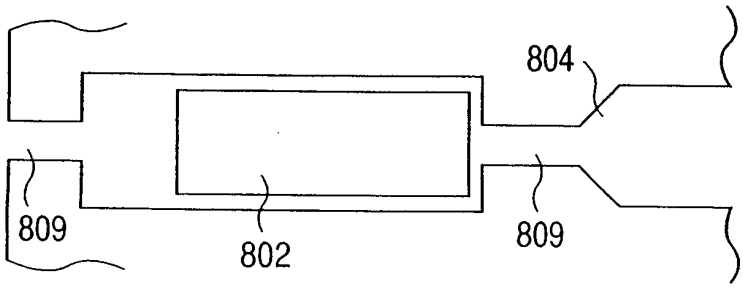


FIG. 27A

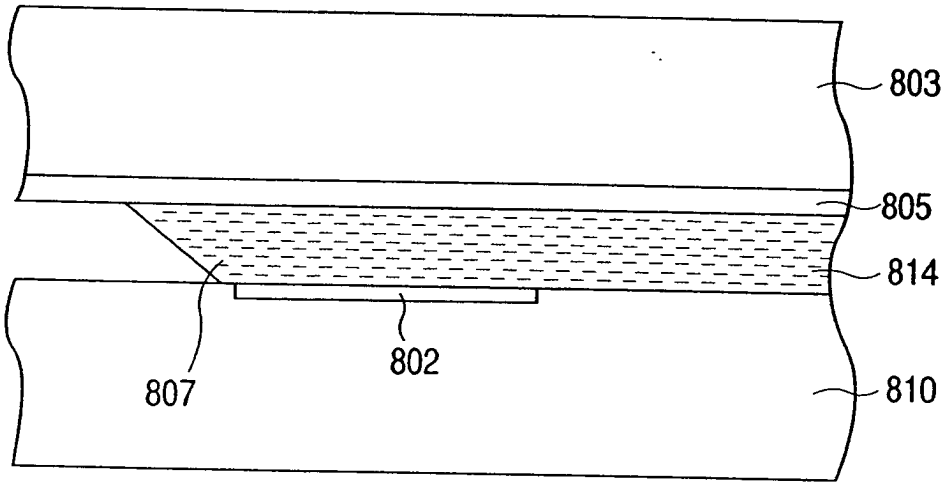


FIG. 27B

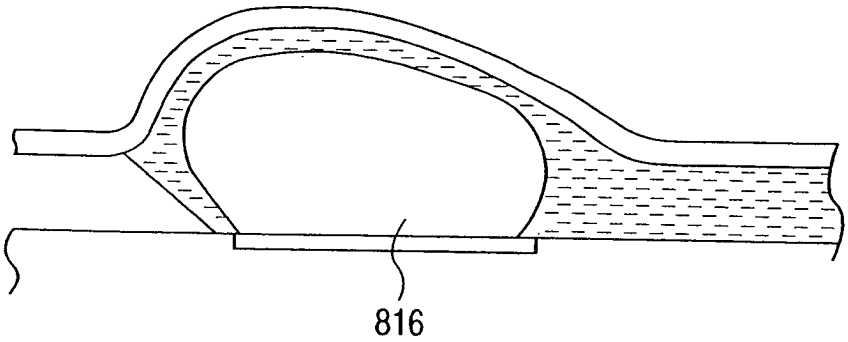


FIG. 28A

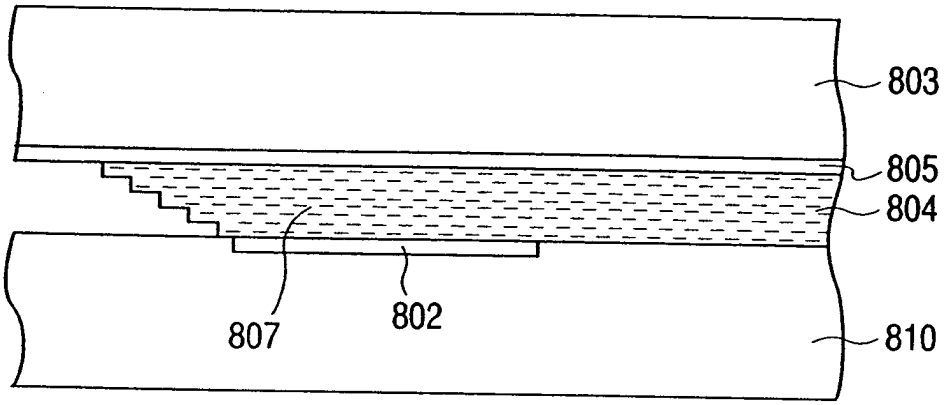


FIG. 28B

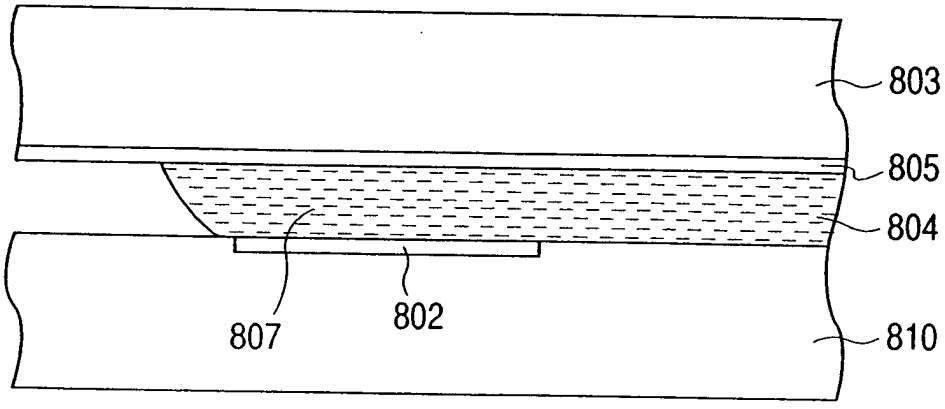


FIG. 29A

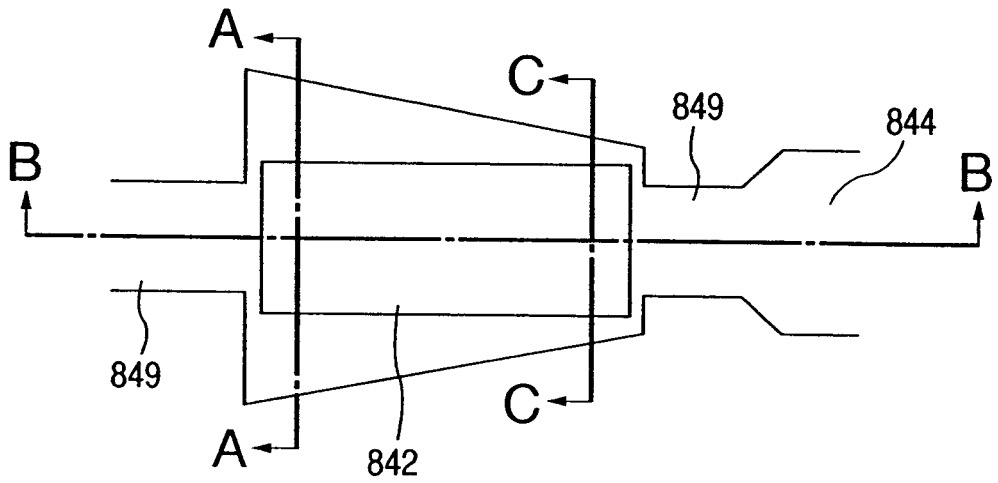


FIG. 29B

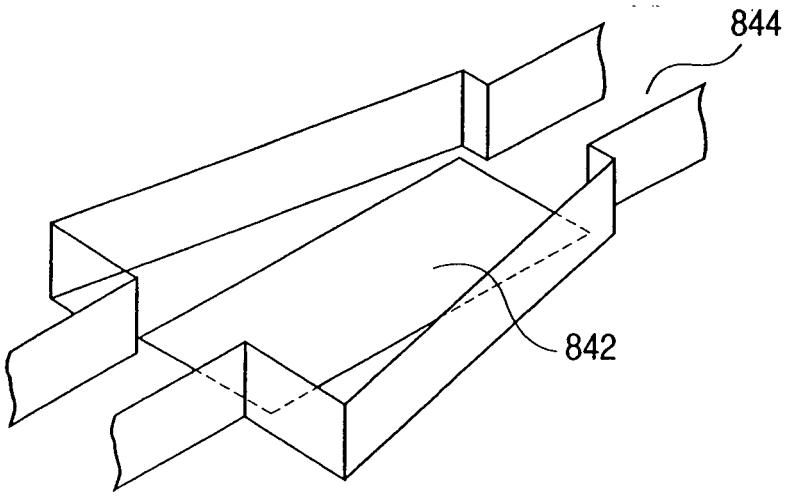


FIG. 30A

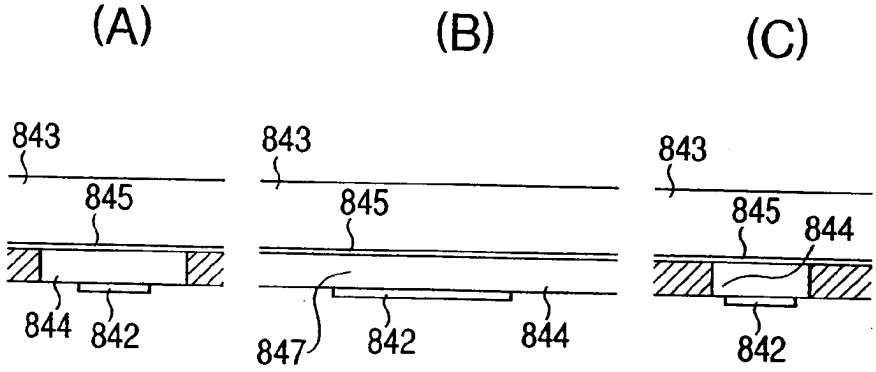


FIG. 30B

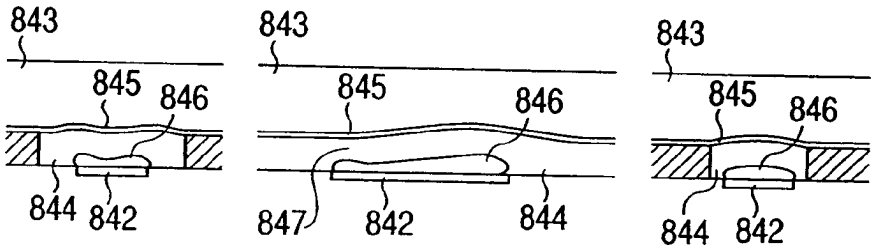


FIG. 30C

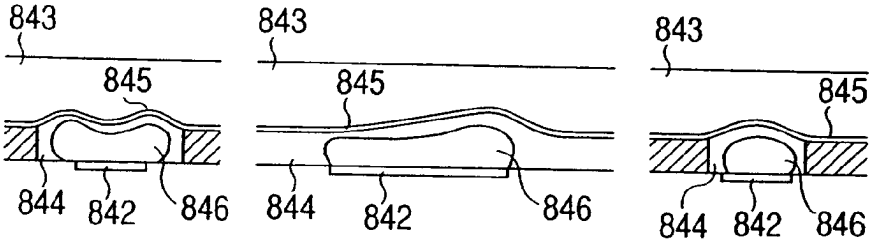


FIG. 30D

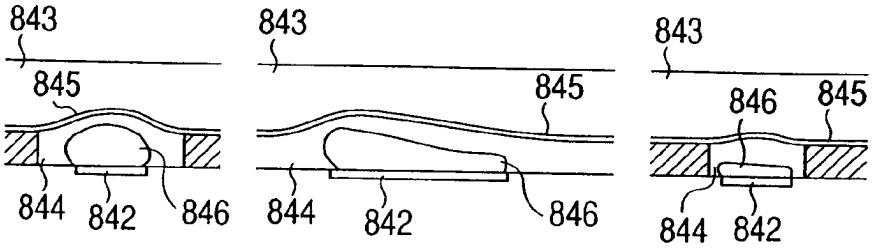


FIG. 30E

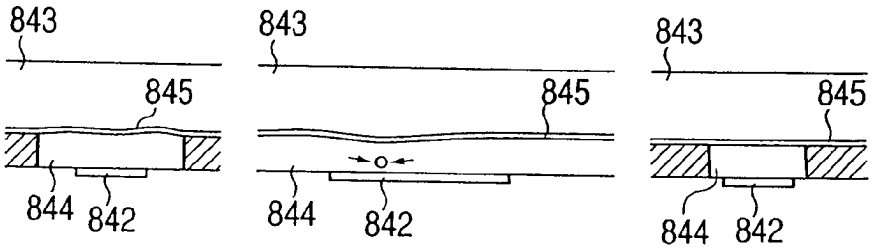


FIG. 31A

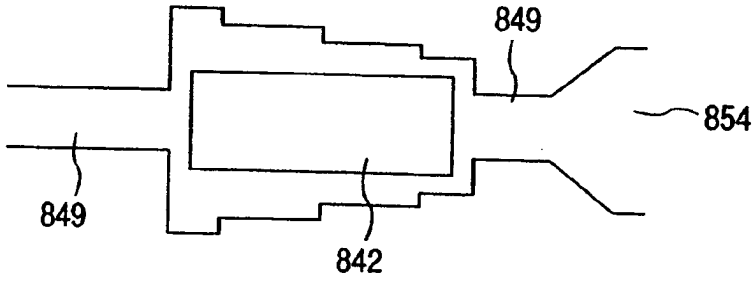


FIG. 31B

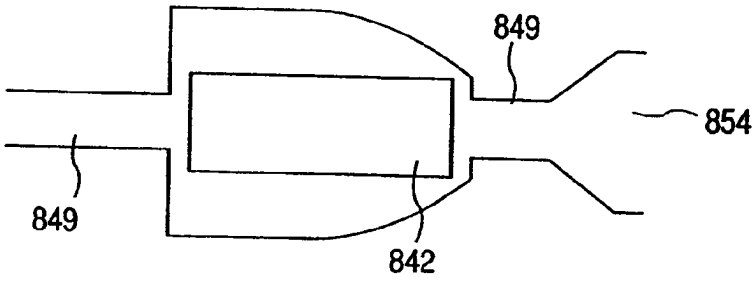


FIG. 31C

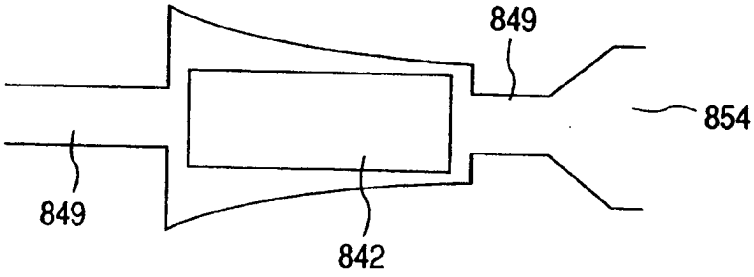


FIG. 32

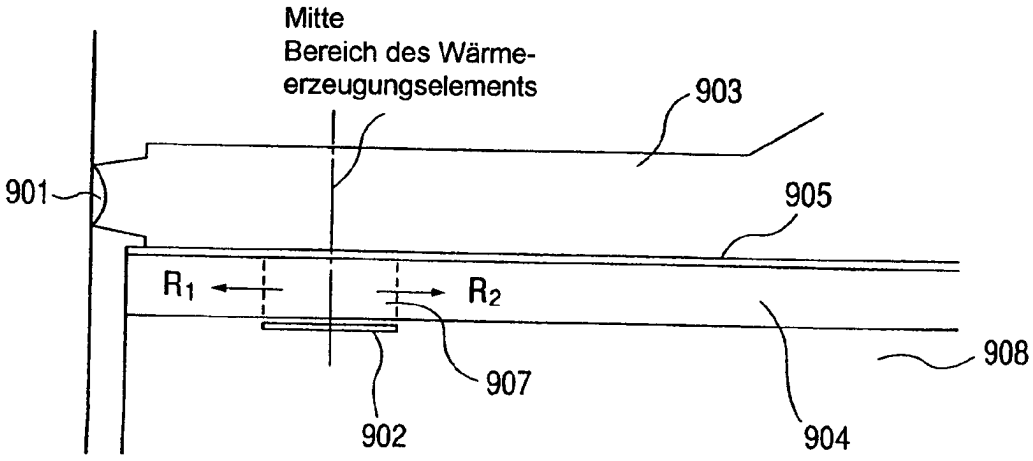


FIG. 33A

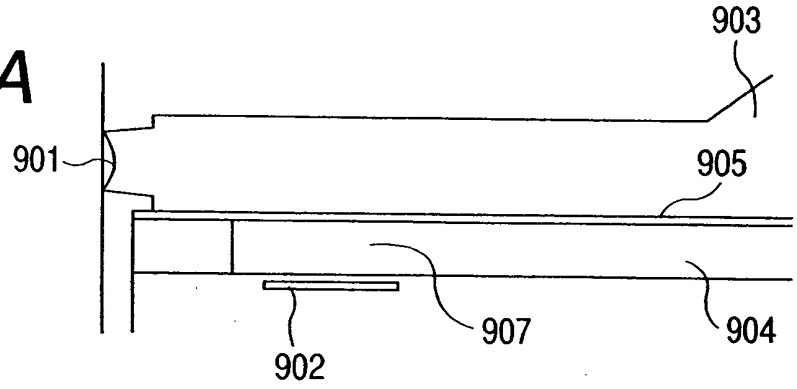


FIG. 33B

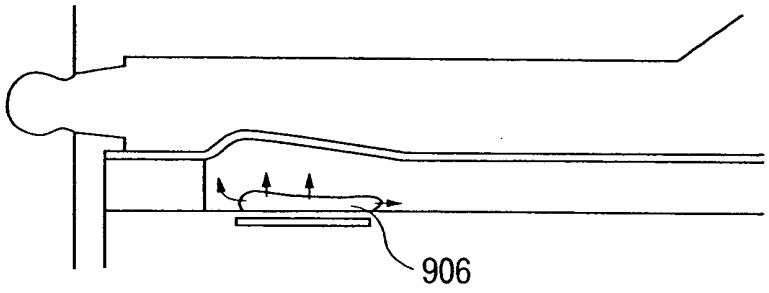


FIG. 33C

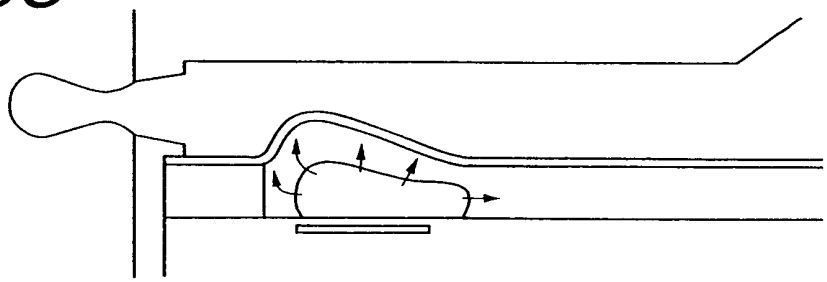


FIG. 33D

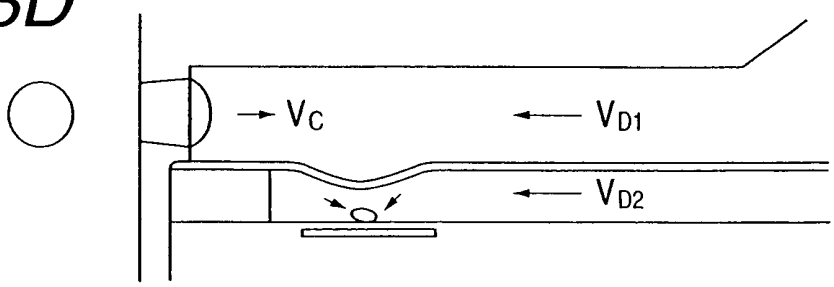


FIG. 34

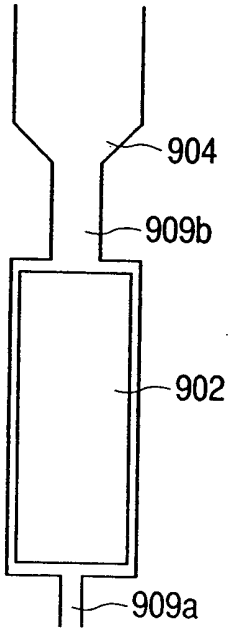


FIG. 35

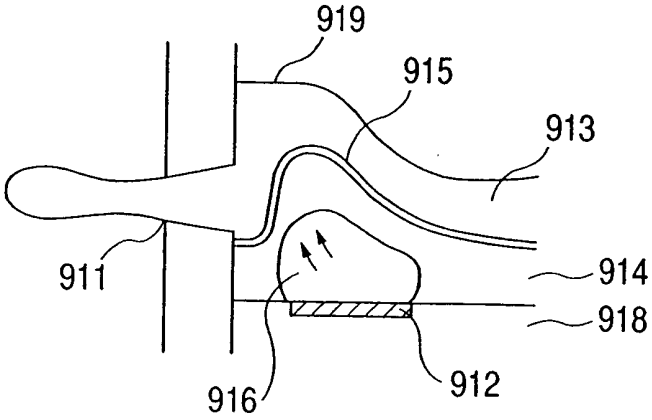


FIG. 36A

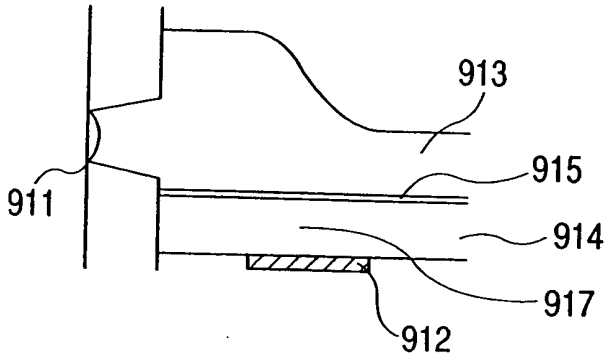


FIG. 36B

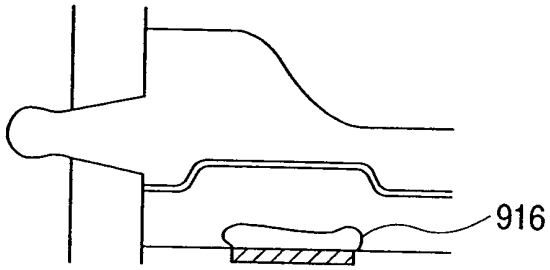


FIG. 36C

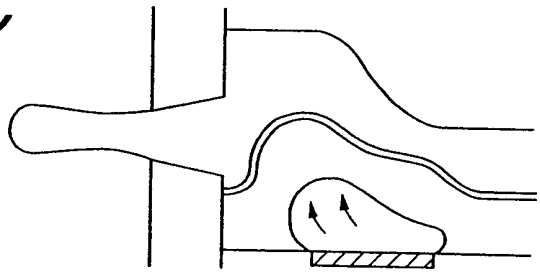


FIG. 36D

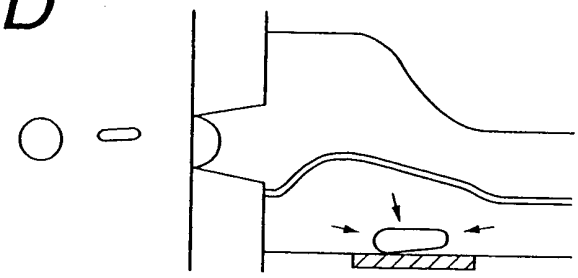


FIG. 37

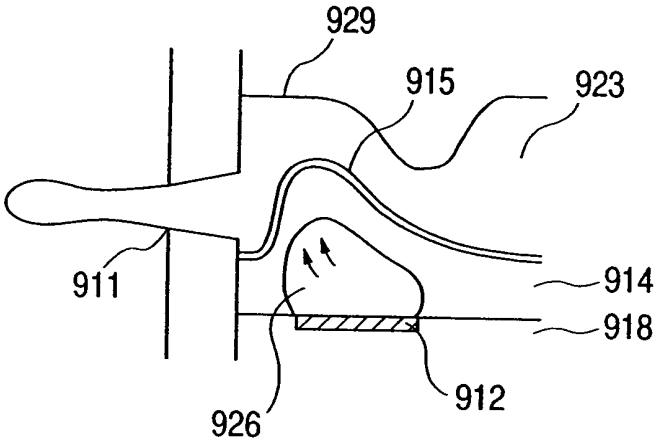


FIG. 38A

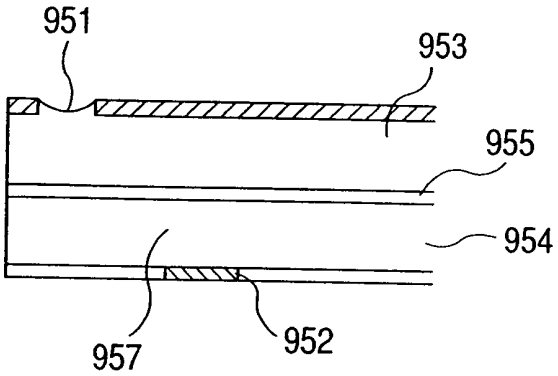


FIG. 38B

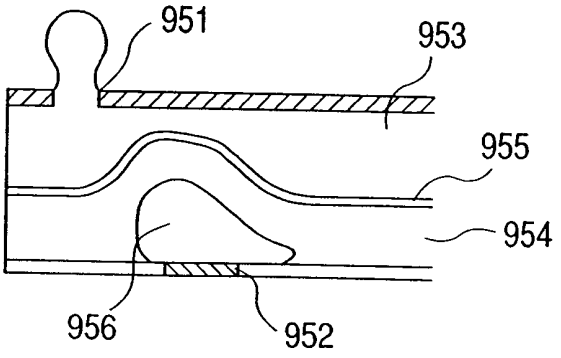


FIG. 39

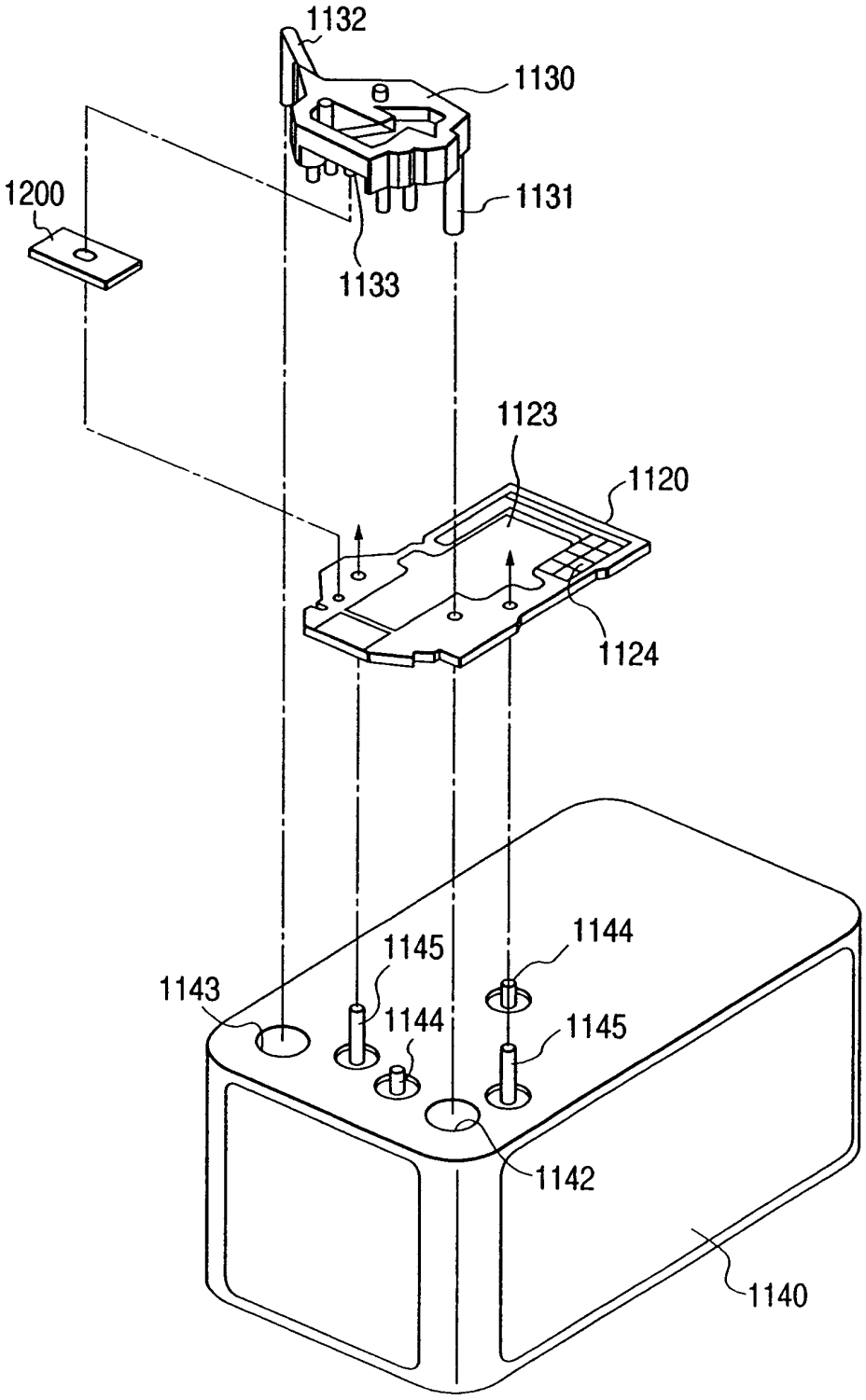

1132
1130
1200
1131
1133
1123
1120
1124
1144
1145
1143
1144
1145
1142
1140

FIG. 40

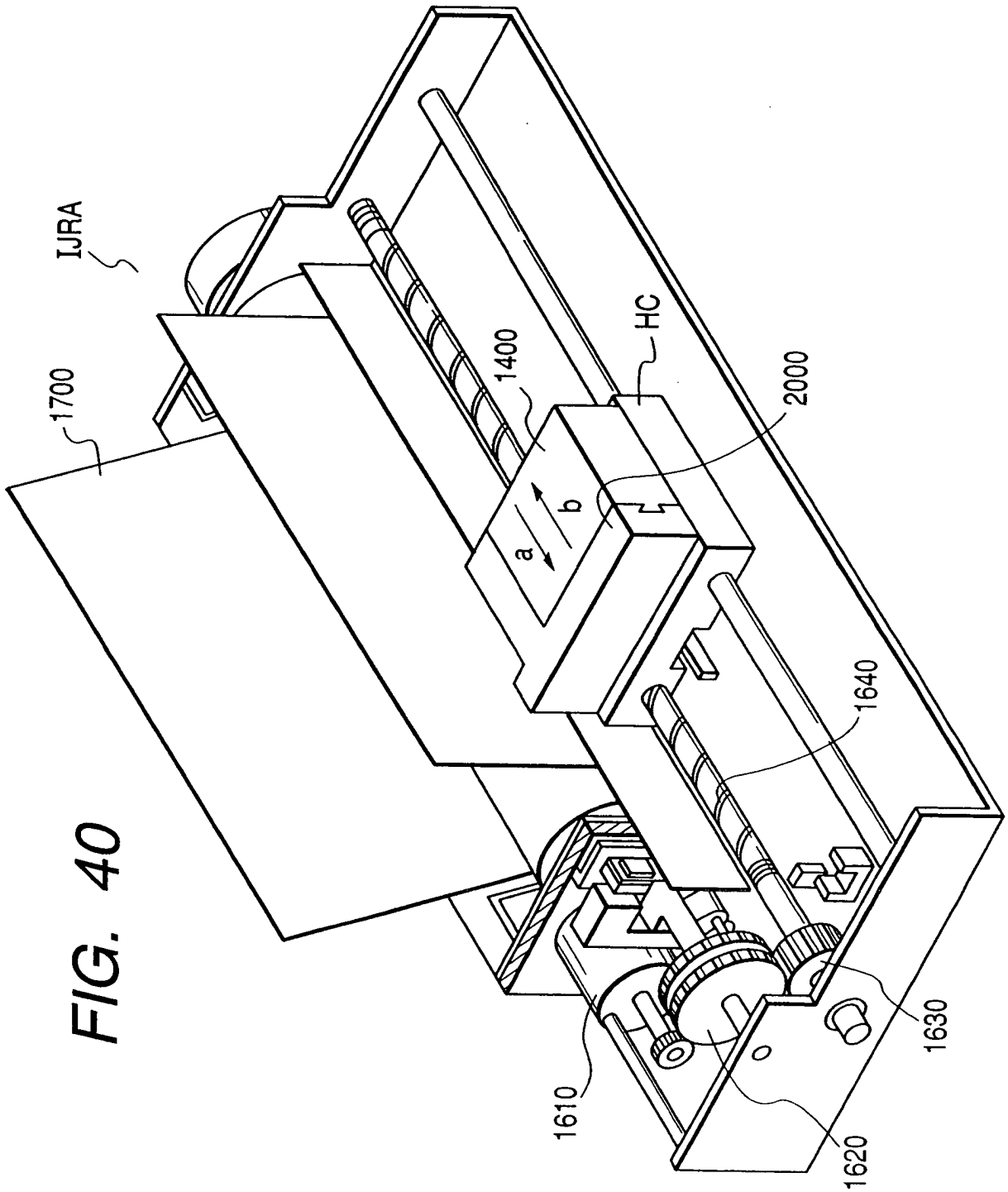


FIG. 41A

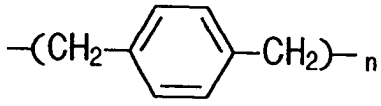


FIG. 41B

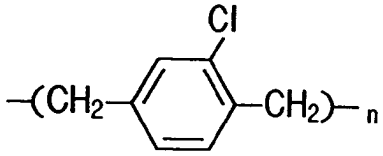


FIG. 41C

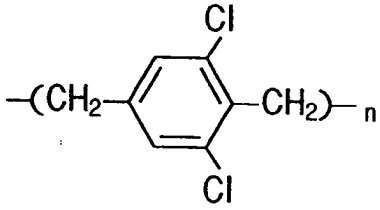


FIG. 41D

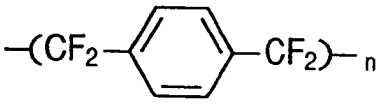


FIG. 41E

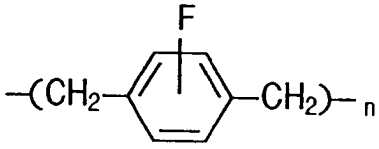


FIG. 41F

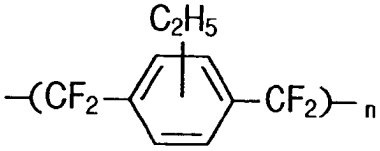


FIG. 42A

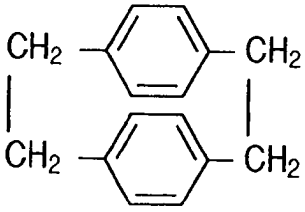


FIG. 42B

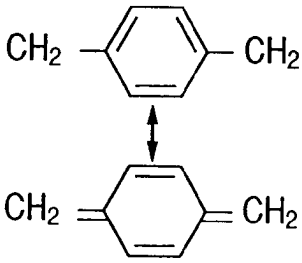


FIG. 42C

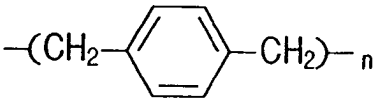


FIG. 43A

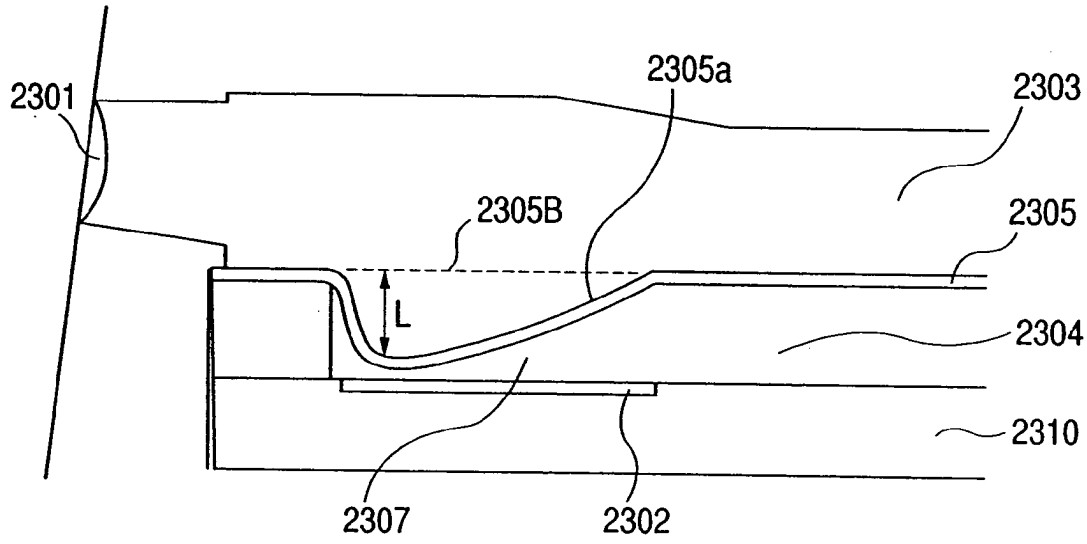


FIG. 43B

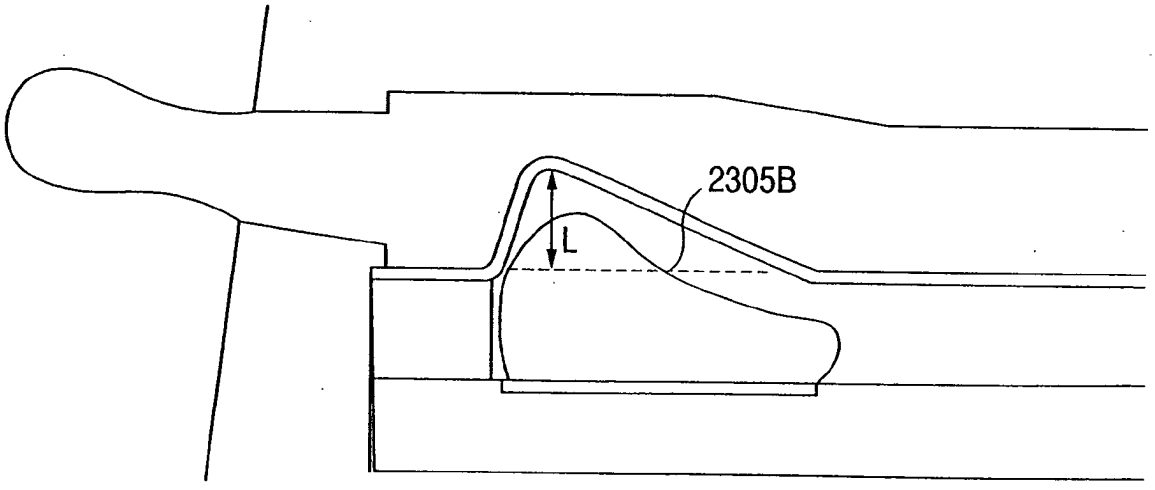


FIG. 44A

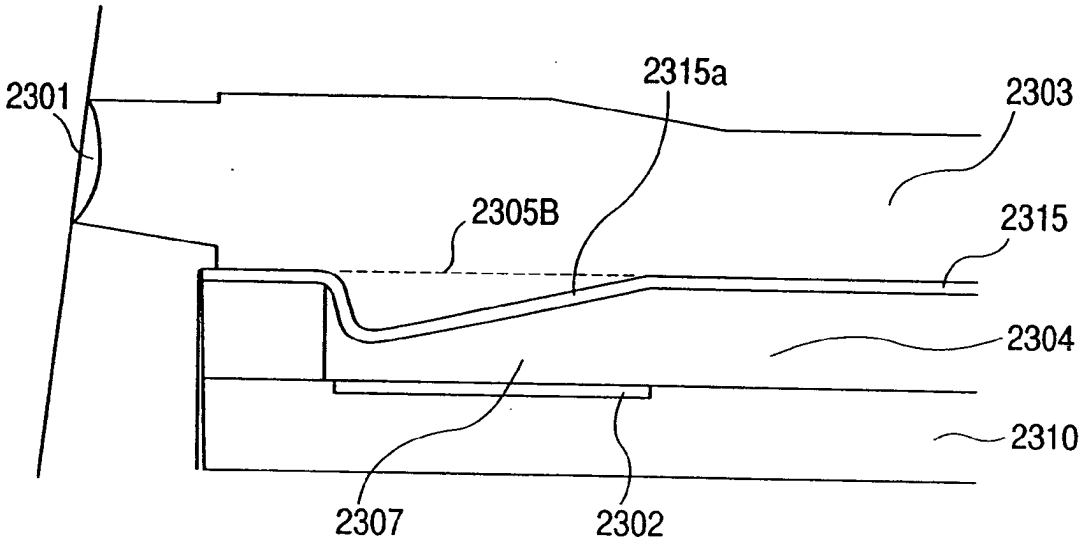
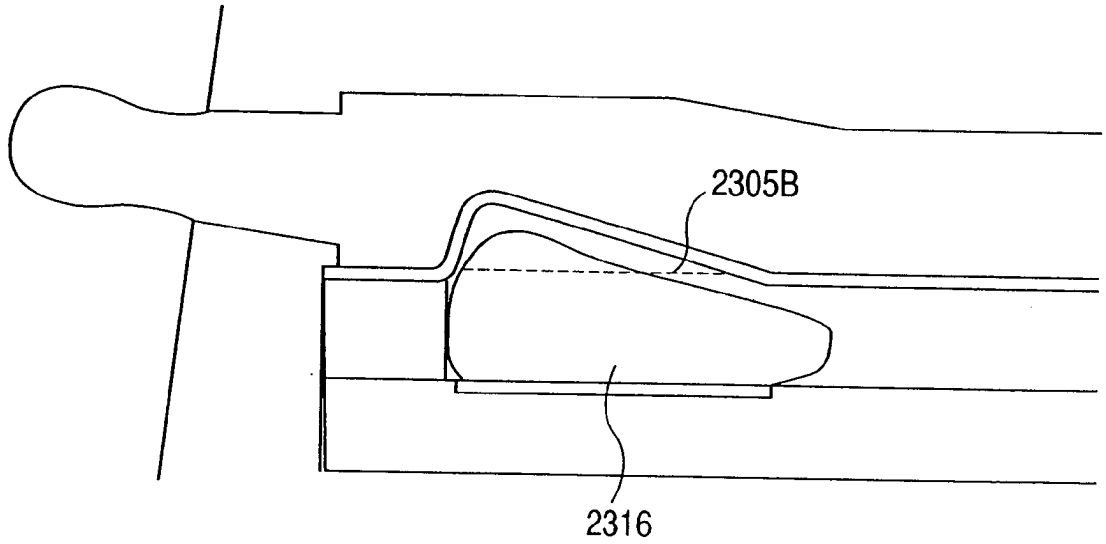



FIG. 44B