



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 36 326 T2** 2008.06.12

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 057 637 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 36 326.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 111 683.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **31.05.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.12.2000**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.09.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **12.06.2008**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B41J 2/14 (2006.01)**  
**B41J 2/16 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

**15864699      04.06.1999      JP**

(73) Patentinhaber:

**Canon K.K., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:

**TBK-Patent, 80336 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, ES, FR, GB, IT, NL**

(72) Erfinder:

**Ozaki, Teruo, Ohta-ku, Tokyo, JP; Yamanaka,  
Akihiro, Ohta-ku, Tokyo, JP; Imanaka, Yoshiyuki,  
Ohta-ku, Tokyo, JP; Kubota, Masahiko, Ohta-ku,  
Tokyo, JP**

(54) Bezeichnung: **Mikroelektromechanisches Gerät, Flüssigkeitsausstosskopf und Verfahren zu seiner Herstellung**

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 vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine mikroelektromechanische Einrichtung, einen Flüssigkeitsausstoßkopf, und ein Verfahren zur Herstellung davon.

**Verwandter Stand der Technik**

**[0002]** Der Flüssigkeitsausstoßkopf, welcher ein Beispiel der herkömmlicherweise für einen Tintenstrahldrucker oder ähnlichem verwendeten mikroelektromechanischen Einrichtung ist, ist so, dass eine Flüssigkeit durch Heizelemente in jedem der Strömungspfade erwärmt bzw. Blasen bildet (bzw. aufgesprudelt wird), und dass eine Flüssigkeit aus jeder der Ausstoßöffnungen durch die Anwendung von Druck, der ausgeübt wird, wenn die Flüssigkeit Blasen bildet, ausgestoßen wird. Jedes der Heizelemente ist auf einem elementaren Substrat angeordnet, und jedem von diesen wird durch eine Verdrahtung (bzw. Leitung) auf dem elementaren Substrat eine Betriebsspannung zugeführt.

**[0003]** Für einen derartigen Flüssigkeitsausstoßkopf gibt es eine Struktur, in welcher ein bewegliches Element in dem Strömungspfad in der Art eines Auslegers angeordnet ist, wobei ein Ende des beweglichen Elements gestützt ist. Ein Ende (unbeweglicher Stützabschnitt) von diesem beweglichen Element ist auf dem elementaren Substrat befestigt, wohingegen das andere Ende (beweglicher Abschnitt) so gefertigt ist, dass er sich in das Innere von jedem Flüssigkeitsströmungspfad erstreckt. Auf diese Weise ist jedes bewegliche Element auf dem elementaren Substrat gestützt, mit einer bestimmten Lücke zu der Oberfläche davon, und ist so angeordnet, dass es durch den durch die Bildung von Blasen oder ähnlichem ausgeübten Druck in jedem Flüssigkeitspfad versetzbar zu sein.

**[0004]** Für das oben beschriebene herkömmliche Beispiel ist die Verdrahtung (bzw. Leitung) auf dem elementaren Substrat gebildet. Die Verdrahtung (bzw. Leitung) ist sehr dünn und ihr Widerstandswert ist groß. Anschließend wird von diesem elementaren Substrat die Verdrahtung (bzw. Leitung) mit dem externen Betriebsschaltkreis oder ähnlichem verbunden. Allerdings wird mit so einem großen Widerstandswert der Verdrahtung (bzw. Leitung) der elektrische Verlust unvermeidbar sehr groß. Die Verdrahtung (bzw. Leitung) sollte vorzugsweise auch flach und breit gefertigt werden, um den Widerstandswert selbst um einen kleinen Betrag zu verringern. Demzufolge ist der Flüssigkeitsausstoßkopf unvermeidbar in einer größeren Größe gebildet.

**[0005]** EP-A-0 899 104 A offenbart einen Flüssigkeitsausstoßkopf umfassend, unter anderem eine Ausstoßöffnung zum Ausstoßen von Flüssigkeit; einen in Verbindung mit der Ausstoßöffnung stehenden Flüssigkeitsströmungspfad, um eine Flüssigkeit zu der Ausstoßöffnung zuzuführen; ein Substrat, das mit einem einen Kopf bildenden Element zur Erzeugung einer Blase in einer Flüssigkeit ausgestattet ist; ein in dem Flüssigkeitsströmungspfad mit einem freien Ende an der Seite der Ausstoßöffnung angeordnetes bewegliches Element, das dem Wärme erzeugenden Element gegenüberliegt; und einen Sockel, um das bewegliche Element auf dem Substrat zu stützen.

**ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG**

**[0006]** Um die oben diskutierten Probleme zu lösen, ist daher nun die folgende Erfindung entwickelt worden. Es ist eine Aufgabe der Erfindung eine mikroelektromechanische Einrichtung zur Verfügung zu stellen, die den elektrischen Verlust der Verdrahtung (bzw. Leitung) verringern kann, ohne die Struktur zu komplizieren, oder die Größe der Einrichtung zu erhöhen. Es ist auch die Aufgabe der Erfindung, einen Flüssigkeitsausstoßkopf und ein Verfahren zu dessen Herstellung bereitzustellen.

**[0007]** Um die oben diskutierte Aufgabe der Erfindung zu erreichen, hat sie ein nachstehend angegebene Merkmal.

**[0008]** Die mikroelektromechanische Einrichtung der vorliegenden Erfindung ist in Anspruch 1 definiert.

**[0009]** Ein anderes Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfes, wie in Anspruch 2 definiert.

**[0010]** Mit der so angeordneten Struktur kann zumindest ein Teil der metallischen Schicht, die eine ausreichend dicke Lücke bildet, als Verdrahtung (bzw. Leitung) verwendet werden, dadurch wird es ermöglicht den Wert des elektrischen Widerstands zu reduzieren.

**[0011]** Ein anderes Merkmal der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung eines Verfahrens, wie in Anspruch 4 definiert, zur Herstellung des obigen Flüssigkeitsausstoßkopfes.

**[0012]** In dieser Hinsicht werden der Ausdruck "stromaufwärts" und der Ausdruck "stromabwärts", auf die sich in der Beschreibung hiervon bezogen wird, verwendet, um die Strömungsrichtung einer Flüssigkeit von der Flüssigkeitszufuhrquelle zu den Ausstoßöffnungen durch die Blasen bildenden Bereiche (oder beweglichen Elemente), oder um die strukturellen Richtungen auszudrücken.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0013] [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht in der Flüssigkeitsströmungsrichtung, welche die Struktur eines Flüssigkeitsausstoßkopfes gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0014] [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht, welche das für den in der [Fig. 1](#) dargestellten Flüssigkeitsausstoßkopf verwendete elementare Substrat zeigt.

[0015] [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht in dem Flüssigkeitsströmungspfad, welche die elektrischen Verbindungen des in der [Fig. 1](#) wiedergegebenen Flüssigkeitsausstoßkopfes darstellt.

[0016] [Fig. 4](#) ist eine Draufsicht, welche schematisch den in der [Fig. 3](#) wiedergegebenen Flüssigkeitsausstoßkopf ohne die Schutzschicht und Anderes zeigt.

[0017] [Fig. 5](#) ist eine schematische Schnittansicht, welche das elementare Substrat durch vertikales Aufteilen der Hauptelemente des in der [Fig. 2](#) wiedergegebenen elementaren Substrats zeigt.

[0018] [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#), [Fig. 6C](#), [Fig. 6D](#) und [Fig. 6E](#) sind Ansichten, welche ein Verfahren zur Bildung eines beweglichen Elements auf einem elementaren Substrat darstellen.

[0019] [Fig. 7](#) ist eine Ansicht, welche ein Verfahren zur Bildung eines SiN-Films auf dem elementaren Substrat durch Verwendung eines Plasma-CVD-Geräts darstellt.

[0020] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht, welche ein Verfahren zur Bildung eines SiN-Films auf dem elementaren Substrat durch Verwendung eines Trockenätzgeräts darstellt.

[0021] [Fig. 9A](#), [Fig. 9B](#) und [Fig. 9C](#) sind Ansichten, welche ein Verfahren zur Bildung beweglicher Elemente und von Strömungspfadseitenwänden auf einem elementaren Substrat darstellen.

[0022] [Fig. 10A](#), [Fig. 10B](#) und [Fig. 10C](#) sind Ansichten, welche ein Verfahren zur Bildung beweglicher Elemente und von Strömungspfadseitenwänden auf einem elementaren Substrat darstellen.

[0023] [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht, die schematisch den Verdrahtungsbereich auf dem elementaren Element des Flüssigkeitsausstoßkopfes zeigt, gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 12](#) ist eine Schnittansicht in der Strömungspfadrichtung, welche die elektrische Verbindung des Flüssigkeitsausstoßkopfes gemäß einer

dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0025] [Fig. 13](#) ist eine schematische Ansicht eines Schaltkreises, welcher die elektrische Verbindung des Flüssigkeitsausstoßkopfes gemäß der ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

[0026] [Fig. 14](#) ist eine schematische Ansicht eines Schaltkreises, welcher die elektrische Verbindung des Flüssigkeitsausstoßkopfes gemäß der dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt.

## GENAUE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0027] Nun wird ein Flüssigkeitsausstoßkopfes, an dem die vorliegende Erfindung anwendbar ist, als eine Ausführungsform beschrieben, umfassend eine Vielzahl von Ausstoßöffnungen zum Ausstoßen von Flüssigkeit; ein erstes Substrat und ein zweites Substrat, welche aneinander gebunden sind, um eine Vielzahl von mit jedem der Ausstoßöffnungen in Verbindung stehenden Flüssigkeitsströmungspfaden zu bilden; eine Vielzahl von in jedem der Flüssigkeitsströmungspfade angeordneten Energiewandlerelementen, um in jedem Flüssigkeitsströmungspfad elektrische Energie in Energie zum Ausstoßen von Flüssigkeit umzuwandeln; und eine Vielzahl von Elementen mit unterschiedlichen Funktionen, oder elektrischen Schaltkreisen zur Steuerung des Betriebszustands von jedem der Energiewandlerelementen.

[0028] Die [Fig. 1](#) ist eine Schnittansicht in der Flüssigkeitsströmungsrichtung, welche gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, schematisch den vorderen Endabschnitt eines Flüssigkeitsausstoßkopfes zeigt.

[0029] Wie in der [Fig. 1](#) gezeigt, ist der Flüssigkeitsausstoßkopf mit dem elementaren Substrat **1** ausgestattet, das die Vielzahl von Heizelementen **2** (in [Fig. 1](#) ist nur eines gezeigt) in parallelen Reihen angeordnet hat, die thermische Energie zur Erzeugung von Blasen in einer Flüssigkeit erzeugen; der an das elementare Substrat **1** gebundenen Deckplatte **3**; der an die Frontseiten des elementaren Substrats **1** und die Deckplatte **3** gebundenen Öffnungsplatte **4**; und einem beweglichen Element **6**, welches in dem durch das elementare Substrat **1** und der Deckplatte **3** gebildeten Flüssigkeitsströmungspfad **7** eingebaut ist.

[0030] Das elementare Substrat **1** ist dasjenige, mit einem auf dem Substrat aus Silicium, oder ähnlichem, zur Isolierung und Wärmestauung gebildeten Siliciumoxid- oder Siliciumnitridfilm, und ebenfalls mit der darauf durch Musterbildung gebildeten elektrischen Widerstandsschicht und Verdrahtung (bzw.

Leitung), wodurch jedes der Heizelemente **2** gefertigt ist. Wenn eine Spannung von der Verdrahtung (bzw. Leitung) zu der elektrischen Widerstandsschicht angelegt wird, um es dem elektrischen Strom zu ermöglichen, darauf zu fließen, erzeugt jedes der Heizelemente **2** Wärme.

**[0031]** Die Deckplatte **3** ist diejenige, die eine Vielzahl von Flüssigkeitsströmungspfaden **7** bildet, die zu jedem der Heizelemente **2** gehören, und eine gemeinsame Flüssigkeitskammer **8**, um Flüssigkeit zu jedem der Flüssigkeitsströmungspfade **7** zuzuführen. Die Deckplatte **3** ist aus einem Stück mit den Flüssigkeitspfadseitenwänden **9** gebildet, die sich von dem Deckenabschnitt zwischen jedem der Heizelemente **2** erstrecken. Die Deckplatte ist aus Siliciummaterial gebildet, um die Muster der Flüssigkeitsströmungspfade **7** und der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **9** durch Ätzen bereitstellen zu können, oder den Abschnitt des Flüssigkeitsströmungspfades **7** durch Ätzen zu bilden, nachdem das die Flüssigkeitsströmungspfadseitenwände **9** werdende Material, wie etwa Siliciumnitrid, Siliciumoxid, auf dem Siliziumsubstrat durch das bekannte Filmbildungsverfahren CVD, oder ähnlichem, abgeschieden wurde.

**[0032]** Für die Öffnungsplatte **4** wird eine Vielzahl von Ausstoßöffnungen **5** gebildet, die jedem der Flüssigkeitsströmungspfade **7** entsprechen, und jeweils mit der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **8** über die Flüssigkeitsströmungspfade **7** in Verbindung stehen. Die Öffnungsplatte **4** ist auch aus Siliciummaterial gebildet. Zum Beispiel kann diese Platte durch Schneiden des zur Bildung der Ausstoßöffnungen **5** verwendeten Siliciumsubstrats auf eine Dicke von ungefähr 10 bis 150 µm gebildet werden. In dieser Hinsicht ist die Öffnungsplatte **4** nicht notwendigerweise unter den Bestandteilen der vorliegenden Erfindung. Anstelle der Bereitstellung der Öffnungsplatte **4** kann es möglich sein, eine Deckplatte mit Ausstoßöffnungen **5** durch Bearbeiten der vorderen Stirnfläche der Deckplatte **3** bereitzustellen, um eine Wand in einer Dicke, die äquivalent ist zu jener der Öffnungsplatte **4**, intakt zu belassen, wenn die Flüssigkeitsströmungspfade **7** auf der Deckplatte **3** gebildet werden.

**[0033]** Das bewegliche Element **6** ist ein dünner Film in der Form eines Auslegers, das so angeordnet ist, dass es dem Heizelement **2** gegenüberliegt und den mit der Ausstoßöffnung **5** des Flüssigkeitsströmungspfades **7** in Verbindung stehenden ersten Flüssigkeitsströmungspfad **7a**, in den zweiten Flüssigkeitsströmungspfad **7b** unterteilt. Jedes der beweglichen Elemente ist aus einem Isolationsmaterial aus Silicium, wie etwa Siliciumnitrid, Siliciumoxid, gebildet.

**[0034]** Das bewegliche Element **6** ist in einer Position angeordnet, so dass es dem Heizelement **2** gegenüberliegt, mit einem bestimmten Abstand von

dem Heizelement **2**, in einer Stellung, um das Heizelement **2** abzudecken, so dass der unbewegliche Stützabschnitt **6c** auf der Seite stromabwärts eines großen Durchlaufs bereitgestellt ist, welcher durch den Ausstoßvorgang von Flüssigkeit von der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **8** zu der Seite der Ausstoßöffnung **5** über das bewegliche Element **6** verläuft, und dass der bewegliche Abschnitt **6b** für dieses Element auf der Seite stromabwärts in Bezug auf den unbeweglichen Stützabschnitt **6c** bereitgestellt ist. Die Lücke zwischen dem Heizelement **2** und dem beweglichen Element **6** wird zu jedem der Blasenbildungsbereiche **10**.

**[0035]** Wenn nun, gemäß der oben beschriebenen Struktur, das Heizelement **2** betrieben wird, um Wärme zu entwickeln, wird Flüssigkeit auf dem Blasenbildungsbereich **10**, zwischen dem beweglichen Element **6** und dem Heizelement **2**, erwärmt. Anschließend werden auf dem Heizelement **2** Blasen durch ein Filmsieden-Phänomen erzeugt und ausgebildet. Der durch die Ausbildung jeder Blase ausgeübte Druck wirkt auf das bewegliche Element **6** in erster Linie, um das bewegliche Element **6** auszulenken, so dass es sich weit zu der Seite der Ausstoßöffnung **5** öffnet, wobei es sich an dem Hebelpunkt **6a** ausrichtet, wie durch die unterbrochene Linie in [Fig. 1](#) angedeutet. Aufgrund der Auslenkung des beweglichen Elements **6**, oder aufgrund dessen, dass das bewegliche Element in einem ausgelenkten Zustand ist, werden die Fortpflanzung des Drucks und die Ausbildung der Blase selbst, welche durch die Erzeugung der Blase hervorgerufen werden, zu der Seite der Ausstoßöffnung **5** geführt, und folglich Flüssigkeit von der Ausstoßöffnung **5** ausgestoßen.

**[0036]** In anderen Worten, mit dem für die Blasenbildungsbereiche **10** bereitgestellten beweglichen Element **6**, das den Hebelpunkt **6a** auf der Seite stromabwärts (Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **8**) des Flüssigkeitsstromes in dem Flüssigkeitsströmungspfad **7**, und den beweglichen Abschnitt **6b** auf der Seite stromabwärts (Seite der Ausstoßöffnung **5**) davon hat, wird die Ausrichtung der Blasen-druckfortpflanzung zu der Seite stromabwärts geführt, somit kann der Blasendruck direkt zu der effektiven Ausstoßleistung beitragen. Anschließend wird die Ausrichtung der Blasen-ausbildung selbst auch zu der Seite stromabwärts geführt, auf die gleiche Weise wie die Ausrichtung der Druckfortpflanzung, um es an der Seite stromabwärts größer zu entwickeln als an der Seite stromaufwärts. Nun, da die Ausrichtung der Blasen-ausbildung selbst durch das bewegliche Element geregelt ist, und auch die Ausrichtung der Blasen-druckfortpflanzung wie oben beschrieben geregelt ist, wird es möglich, die grundlegenden Ausstoßeigenschaften zu verbessern, wie etwa die Ausstoßeffizienz und Ausstoßleistung oder die Ausstoßgeschwindigkeit, unter einigen Anderen.

**[0037]** Wenn die Blase unterdessen in den Entschäumungsprozess eintritt, wird die Blase rasch entschäumt. Schließlich kehrt anschließend das bewegliche Element **6** in die durch die durchgezogene Linie in der [Fig. 1](#) angedeutete Anfangsposition zurück. Hierbei wird einer Flüssigkeit erlaubt von der Seite stromaufwärts einzufließen, d.h. der Seite der gemeinsamen Flüssigkeitskammer **8**, um das zusammengezogene Volumen einer Blase in dem Blasenbildungsbereich **10** auszugleichen, oder den volumenmäßigen Anteil an ausgestoßener Flüssigkeit auszugleichen. Hier erfolgt das Auffüllen der Flüssigkeit in dem Flüssigkeitsströmungspfad **7**, aber dieses Auffüllen der Flüssigkeit wird zusammen mit der rückwärtigen Bewegung des beweglichen Elements **6** sehr effizient, vernünftig und stabil durchgeführt.

**[0038]** Der Flüssigkeitsausstoßkopf der vorliegenden Ausführungsform ist auch mit den Schaltungen und Elementen zur Steuerung von jedem der Heizelemente **2** versehen, und auch zur Steuerung von dessen Betrieb. Diese Schaltungen und Elemente sind auf dem elementaren Substrat **1** oder auf der Deckplatte **3** angeordnet, in Abhängigkeit von den jeweiligen Funktionen, die von diesen, wie dementsprechend zugewiesen, ausgeführt werden sollten. Diese Schaltungen und Elemente können auch einfach und präzise durch die Anwendung der Halbleiter-Wafer-Verarbeitungstechnologien gebildet werden, weil das elementare Substrat **1** und die Deckplatte **3** durch die Verwendung von Siliciummaterial strukturiert sind.

**[0039]** Nachfolgend erfolgt die Beschreibung der Struktur des durch die Anwendung der Halbleiter-Wafer-Verarbeitungstechnologien gebildeten elementaren Substrats **1**.

**[0040]** [Fig. 2](#) ist eine Schnittansicht, die den Umfang eines Heizelements auf dem elementaren Substrat zeigt, welches für den in [Fig. 1](#) wiedergegebenen Flüssigkeitsausstoßkopf verwendet wird. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, wird das für den Flüssigkeitsausstoßkopf der vorliegenden Ausführungsform verwendete elementare Substrat **1**, durch Laminieren des thermischen Oxidationsfilms (zum Beispiel,  $\text{SiO}_2$ -Schicht in einer Dicke von ungefähr  $0,55\text{ }\mu\text{m}$ ) **302** und des Zwischenschichtfilms **303**, der doppelt als die Wärmerestauungsschicht auf der Oberfläche des durch Silizium (oder Keramik) gebildeten Substrats **301** fungiert, in dieser Reihenfolge gebildet. Ein  $\text{SiO}_2$ -Film oder  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Film wird als der Zwischenschichtfilm **303** verwendet. Auf der Oberfläche des Zwischenschichtfilms **303** ist eine Widerstandsschicht (zum Beispiel, TaN-Schicht mit einer Dicke von ungefähr  $1000\text{ }\text{\AA}$ ) **304** teilweise gebildet. Anschließend wird auf der Oberfläche der Widerstandsschicht **304** die Verdrahtung **305** teilweise gebildet. Als die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** wird eine Aluminiumverdrahtung oder Aluminiumlegierungsverdrahtung, wie etwa Al-Si,

Al-Cu, in einer Dicke von ungefähr  $5000\text{ }\text{\AA}$  verwendet. Die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** wird durch das photolithographische Verfahren und Nass-Ätzverfahren mit einem Muster versehen. Die Widerstandsschicht **304** wird durch das photolithographische Verfahren und Trockenätzverfahren mit einem Muster versehen. Auf der Oberfläche der Verdrahtung (bzw. Leitung) **305**, Widerstandsschicht **304** und Zwischenschichtfilm **303** wird die Schutzschicht **306** in einer Dicke von ungefähr  $1\text{ }\mu\text{m}$  durch  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Si}_3\text{N}_4$  gebildet. Auf dem Abschnitt und dem Umfang davon von der Oberfläche des Schutzfilms **306**, welche der Widerstandsschicht **304** entsprechen, wird der kavitationsbeständige Film (zum Beispiel, SiN-Schicht in einer Dicke von ungefähr  $2000\text{ }\text{\AA}$ ) **307** gebildet, um den Schutzfilm **306** von den chemischen und physikalischen Schocks zu schützen, die der Erwärmung der Widerstandsschicht **304** folgen. Wo die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** nicht gebildet ist, wird die Oberfläche der Widerstandsschicht **304** der thermoaktive Abschnitt (Heizelement) **308**, wo die Wärme der Widerstandsschicht **304** aktiviert wird.

**[0041]** Die Filme auf dem elementaren Substrat **1** werden nacheinander auf der Oberfläche des Siliciumsubstrats **301** durch die Anwendung von Technologien und Techniken der Halbleiterherstellung gebildet. Folglich wird der thermoaktive Abschnitt **308** für das Siliciumsubstrat **301** bereitgestellt.

**[0042]** [Fig. 3](#) ist eine Schnittansicht, die im Detail den Umfang des unbeweglichen Stützabschnitts des beweglichen Elements des elementaren Substrats zeigt. [Fig. 4](#) ist eine schematische Draufsicht davon. Wie vorher beschrieben, die Wärmerestauungsschicht **302** und der Zwischenschichtfilm **303** sind auf dem Substrat **301** laminiert. Anschließend werden die Widerstandsschicht **304** und die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** jeweils mit einem Muster versehen. Auch wird in der Lücke zwischen dem Zwischenschichtfilm **303** und der Widerstandsschicht **304** die Verdrahtung (bzw. Leitung) **210** teilweise gebildet. Des Weiteren werden der Schutzfilm **306** und der kavitationsbeständige Film **307** laminiert. Anschließend wird auf dem Teil des Zwischenschichtfilms **303** das Durchgangsloch **211** gebildet. Auch für den Schutzfilm **306** wird das Durchgangsloch **201** durch das Trockenätzen, oder ähnlichem, gebildet.

**[0043]** Durch Verwenden des Sputterverfahrens werden anschließend die metallische Schicht (zum Beispiel, Al-Schicht in einer Dicke von ungefähr  $5\text{ }\mu\text{m}$ ) **71**, für die Bildung der Lücke, und die Schutzschicht (zum Beispiel, TiW-Schicht in einer Dicke von ungefähr  $3000\text{ }\text{\AA}$ ) **202** gebildet (siehe [Fig. 11](#)). Die Dicke der metallischen Schicht **71**, die diese Lücke bildet, wird die Größe der Lücke zwischen dem beweglichen Element **6** und der Widerstandsschicht **304**, welche als die Grundlage dafür dient.



[0044] Mit der so angeordneten Struktur wird die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** mit der Verdrahtung (bzw. Leitung) **210**, durch das Durchgangsloch **211** und die Widerstandsschicht **304**, elektrisch verbunden. Des Weiteren wird die die Lücke bildende metallische Schicht **71** mit der Verdrahtung (bzw. Leitung) **305**, durch das Durchgangsloch **201** und die Widerstandsschicht **304**, elektrisch verbunden.

[0045] Die SiN-Dünnschicht **72**, die später das bewegliche Element **6** wird, wird anschließend zu ihrer Bildung durch das CVD-Verfahren in einer Dicke von 5 µm fortlaufend laminiert. Des Weiteren wird danach die SiN-Dünnschicht **72** durch das photolithographische Verfahren und Trockenätzverfahren mit einem Muster versehen, um das bewegliche Element **6** mit dem beweglichen Abschnitt **6b** und dem unbeweglichen Stützabschnitt **6c** zu bilden. Gemäß der vorliegenden Erfindung, sollte zur gleichen Zeit, die die Lücke bildende metallische Schicht **71** als Verdrahtung (bzw. Leitung) verwendet werden. Daher wird ein Teil der SiN-Dünnschicht **72**, die später das bewegliche Element **6** wird, an einer bestimmten Stelle auf der Oberfläche der metallischen Schicht **71**, intakt gelassen, mit dem Zweck, es einem solchen Teil zu ermöglichen als der Schutzfilm für die so angeordnete Verdrahtung zu fungieren.

[0046] Anschließend wird durch das Nassätzen der Abschnitt der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71**, der unterhalb des beweglichen Abschnitts **6b** des beweglichen Elements **6** angeordnet ist (d.h. der verbleibende Abschnitt der Dünnschicht **72**), zusammen mit den anderen nicht erwünschten Abschnitten entfernt. Folglich ist es eingerichtet, den Abschnitt der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71** intakt zu lassen, der unterhalb des unbeweglichen Stützabschnitts **6b** angeordnet ist (d.h. der verbleibende Abschnitt der Dünnschicht **72**). Dieser Abschnitt ist als die die Lücke bildende metallische Schicht **71a** vorgesehen. Auf diese Art und Weise wird das bewegliche Element **6** mit dem einen Ende in der Art eines Auslegers gebildet, in der der unbewegliche Stützabschnitt des beweglichen Elements auf der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71a** angebracht ist. Zuletzt wird die durch TiW (siehe [Fig. 11](#)) gebildete Schutzschicht **202** durch Ätzen der gesamten Oberfläche mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> entfernt. Anschließend wird unter Verwendung des photolithographischen Verfahrens der Elektrodenkontaktfächenabschnitt mit einem Muster versehen, um das elementare Substrat zu vervollständigen.

[0047] Hier wird durch die Verwendung der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71a** als die Verdrahtungsschicht (bzw. Leitungsschicht) es möglich, den Widerstandswert der Verdrahtung (bzw. Leitung) ungefähr um das 1/2- bis 1/5-fache im Gesamten zu reduzieren, weil die Dicke dieser Schicht ungefähr 5 bis 10 mal dicker gefertigt ist, wie die Dicke der Her-

kömmlichen.

[0048] [Fig. 5](#) ist eine schematische Schnittansicht, die das elementare Substrat **1** durch vertikales Aufteilen der Hauptelemente des in [Fig. 2](#) wiedergegebenen elementaren Substrats **1** zeigt.

[0049] Wie in [Fig. 5](#) gezeigt sind die N-leitende Wannenregion **422** und die P-leitende Wannenregion **423** vor Ort auf der Oberflächenschicht des Siliciumsubstrats **301** vorgesehen, das der P-Leiter ist. Anschließend wird, unter Verwendung des allgemeinen MOS-Verfahrens, der P-MOS **420** für die N-leitende Wannenregion **422** bereitgestellt, und der N-MOS **421** für die P-leitende Wannenregion **423** bereitgestellt, durch die Ausführung von Verunreinigungsimplantation und Diffusion, wie etwa die Ionenimplantation. Der P-MOS **420** enthält die Source-Region **425** und die Drain-Region **426**, die durch lokales Implantieren der N-leitenden oder P-leitenden Verunreinigungen auf der Oberflächenschicht der N-leitenden Wannenregion **422** gebildet werden, und die Gate-Verdrahtung **435**, die auf der Oberfläche der N-leitenden Wannenregion **422** abgeschieden ist, mit der Ausnahme der Source-Region **425** und der Drain-Region **426** durch den in einer Dicke von mehreren hundert Å gebildeten Gate-Isolationsfilm **428**, und einigen anderen. Der N-MOS **421** umfasst auch die Source-Region **425** und die Drain-Region **426**, die durch lokales Implantieren der N-leitenden oder P-leitenden Verunreinigungen auf der Oberflächenschicht der P-leitenden Wannenregion **423** gebildet werden, und die Gate-Verdrahtung **435**, abgeschieden auf der Oberfläche der P-leitenden Wannenregion **423**, mit der Ausnahme der Source-Region **425** und der Drain-Region **426** durch den in einer Dicke von mehreren hundert Å gebildeten Gate-Isolationsfilm **428**, und einigen anderen. Die Gate-Verdrahtung (bzw. Gate-Leitung) **435** ist aus Polysilizium hergestellt, das durch das CVD-Verfahren in einer Dicke von 4000 Å bis 5000 Å abgeschieden ist. Anschließend wird die C-MOS-Logik mit dem so gebildeten P-MOS **420** und dem N-MOS **421** strukturiert.

[0050] Der Abschnitt der P-leitenden Wannenregion **423**, der unterschiedlich ist zu dem N-MOS **421**, ist mit dem N-MOS-Transistor **430** zu Antriebszwecken des elektrothermischen Wandlerelements versehen. Der N-MOS-Transistor **430** umfasst auch die Source-Region **432** und die Drain-Region **431**, die auf der Oberflächenschicht der P-leitenden Wannenregion **423** durch die Verunreinigungsimplantierung und die Diffusionsverfahren, oder ähnlichem, und der Gate-Verdrahtung (bzw. Gate-Leitung) **433**, abgeschieden auf dem Oberflächenabschnitt des P-leitenden Lochbereichs **423**, lokal bereitgestellt sind, mit der Ausnahme der Source-Region **432** und der Drain-Region **431** durch den Gate-Isolationsfilm **428**, und einigen anderen.

[0051] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der N-MOS-Transistor **430** als der Transistor zu Antriebszwecken des elektrothermischen Wandlerelements verwendet. Allerdings ist der Transistor nicht notwendigerweise auf diesen einen begrenzt, wenn nur der Transistor in der Lage ist, eine Vielzahl von elektrothermischen Wandlerelementen einzeln zu betreiben, und auch die Feinstruktur wie oben beschrieben erhältlich ist.

[0052] Zwischen jedem der Elemente, wie etwa zwischen dem P-MOS **420** und dem N-MOS **421**, zwischen dem N-MOS **421** und dem N-MOS-Transistor **430**, ist der Oxidationsfilmtrennbereich **424** durch die Feldoxidation in einer Dicke von 5000 Å bis 10000 Å gebildet. Anschließend werden durch die Bereitstellung eines solchen Oxidationsfilmtrennbereichs **424** die Elemente voneinander getrennt. Der dem thermoaktiven Abschnitt **308** entsprechende Abschnitt des Oxidationsfilmtrennbereichs **424** fungiert, um als die Wärmestauungsschicht **434**, welche von der Oberflächenseite des Siliciumsubstrats **301** betrachtet die erste Schicht ist.

[0053] Auf jeder Oberfläche der P-MOS **420**, N-MOS **421**, und N-MOS-Transistor **430** Elemente ist der Zwischenschichtisolationfilm **436** des PSG-Films, BPSG-Films, oder ähnlichem, in einer Dicke von ungefähr 7000 Å durch das CVD-Verfahren gebildet. Nachdem der Zwischenschichtisolationfilm **436** durch eine Wärmebehandlung geglättet wurde, wird die Verdrahtung eingerichtet, unter Verwendung der Al-Elektroden **437**, die die erste Verdrahtung, durch das Kontaktdurchgangsloch, welches für den Zwischenschichtisolationfilm **436** und den Gate-Isolationfilm **428** vorgesehen ist, werden. Auf der Oberfläche des Zwischenschichtisolationfilms **436** und der Al-Elektroden **437**, ist der Zwischenschichtisolationfilm **438** aus SiO<sub>2</sub> in einer Dicke von 10000 Å bis 15000 Å durch das Plasma-CVD-Verfahren gebildet. Auf den Abschnitten der Oberfläche des Zwischenschichtisolationfilms **438**, die dem thermoaktiven Abschnitt **308** und dem N-MOS-Transistor **430** entsprechen, ist die Widerstandsschicht **304** mit einem TaN<sub>0,8,hex</sub>-Film in einer Dicke von ungefähr 1000 Å, durch das DC-Sputterverfahren gebildet. Die Widerstandsschicht **304** ist mit der Al-Elektrode **437** in der Nähe der Drain-Region **431** durch das auf dem Zwischenschichtisolationfilm **438** gebildeten Durchgangsloch elektrisch verbunden. Auf der Oberfläche der Widerstandsschicht **304** wird die Al-Verdrahtung (bzw. Al-Leitung) **305** gebildet, um die zweite Verdrahtung (bzw. Leitung) für jedes der elektrothermischen Umformelemente zu werden. Hier kann, ohne ein Problem, die oben erwähnte Verdrahtung (bzw. Leitung) **210** die gleiche sein, wie die Al-Elektrode **437**. Der Schutzfilm **306** auf den Oberflächen der Verdrahtung (bzw. Leitung) **305**, der Widerstandsschicht **304** und des Zwischenschichtisolationfilms **438** ist aus einem Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-Film in einer Dicke von

10000 Å durch das Plasma-CVD-Verfahren gebildet. Der kavitationsbeständige Film **307** auf der Oberfläche des Schutzfilms **306** ist in einer Dicke von ungefähr 2500 Å aus Ta gebildet.

[0054] Nun wird die Beschreibung von einem Verfahren zur Herstellung beweglicher Elemente auf einem elementaren Substrat durch die Verwendung eines photolithographischen Verfahrens gemacht.

[0055] [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6E](#) sind Ansichten, die ein Beispiel des Verfahrens zur Herstellung beweglicher Elemente **6** für den in Verbindung mit der [Fig. 1](#) gezeigten Flüssigkeitsausstoßkopf darstellen. [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6E](#) sind in der Strömungspfadrichtung gemachte Schnittzeichnungen des in der [Fig. 1](#) gezeigten Flüssigkeitsströmungspfads **7**. Gemäß dem in Verbindung mit den [Fig. 6A](#) bis [Fig. 6E](#) beschriebenen Verfahren zur Herstellung werden das elementare Substrat **1** mit dem darauf gebildeten beweglichen Element **6** und die Deckplatte mit den darauf gebildeten Strömungspfadseitenwänden verbunden, um den Flüssigkeitsausstoßkopf herzustellen, der so aufgebaut ist, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt. Durch dieses Verfahren zur Herstellung sind daher die Strömungspfadseitenwände in der Deckplatte enthalten, bevor die Deckplatte mit dem elementaren Substrat **1**, das darauf das bewegliche Element **6** enthält, verbunden wird.

[0056] In [Fig. 6A](#) wird zuerst die erste Schutzschicht eines TiW-Films **76**, welcher den Abschnitt der Kontaktflächen zur Verwendung einer elektrischen Verbindung mit Heizelementen **2** schützt, durch das Sputterverfahren in einer Dicke von ungefähr 5000 Å auf der gesamten Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite der Heizelemente **2** gebildet.

[0057] In der [Fig. 6B](#) wird anschließend die metallische Schicht (Al-Film) **71** in einer Dicke von ungefähr 4 µm auf der Oberfläche des TiW-Films **76** durch das Sputterverfahren gebildet, um die Lücke für die Bildung der metallischen Schicht **71a** zu fertigen. Die die Lücke bildende metallische Schicht **71** ist angeordnet, um sich bis zu dem Bereich zu erstrecken, wo die Dünnschicht (SiN-Film) **72a** in einem in der [Fig. 6D](#) gezeigten, später beschriebenen Verfahren geätzt wird.

[0058] Die die Lücke bildende metallische Schicht **71**, welche der Al-Film ist, ist diejenige, die die Lücke zwischen dem elementaren Substrat **1** und jedem beweglichen Element **6** bildet. Die die Lücke bildende metallische Schicht **71** ist auf der gesamten Oberfläche des TiW-Films **76** gebildet, welche die Positionen beinhaltet, die jeden Blasenbildungsbereichen **10** zwischen dem Heizelement **2** und dem beweglichen Element **6** entsprechen, gezeigt in der [Fig. 1](#). Gemäß diesem Verfahren zur Herstellung ist folglich die die

Lücke bildende metallische Schicht **71** bis zu dem Abschnitt, der den Strömungspfadseitenwänden entspricht, auf der Oberfläche des TiW-Films **76** gebildet.

**[0059]** Die die Lücke bildende metallische Schicht **71** ist gefertigt, um als Ätzstoppschicht zu fungieren, wenn die beweglichen Elemente **6** durch das später beschriebene Trockenätzen gebildet werden. Dies ist so, weil der Ta-Film, der als kavitationsbeständige Schicht für das elementare Substrat **1** dient, und der SiN-Film, der als Schutzschicht auf den Widerstandselementen dient, durch das Ätzgas einem Ätzen unterzogen werden, welches für die Bildung des Flüssigkeitsströmungspfad **7** verwendet wird. Um folglich zu verhindern, dass die Schicht und der Film geätzt werden, wird die metallische Schicht **71** auf dem elementaren Substrat **1** gebildet, welche die Lücke auf dem elementaren Substrat bildet. Auf diese Weise wird die Oberfläche des TiW-Films **76** nicht freigelegt, wenn der SiN-Film zur Bildung der beweglichen Elemente **6** trocken geätzt wird, und jegliche Schäden, die an dem TiW-Film **76** und den funktionellen Elementen auf dem elementaren Substrat **1** durch die Ausführung des Trockenätzens erzeugt werden könnten, werden durch die Bereitstellung der metallischen Schicht **71**, die die oben erwähnte Lücke bildet, verhindert.

**[0060]** Anschließend, in der [Fig. 6C](#), wird unter Verwendung des Plasma-CVD-Verfahrens der SiN-Film (Dünnschicht) **72a**, welcher der Materialfilm für die Bildung der beweglichen Elemente **6** ist, in einer Dicke von ungefähr 4,5 µm auf der gesamten Oberfläche der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71** und allen freigelegten Oberflächen des TiW-Films **76** gebildet, um die die Lücke bildende metallische Schicht **71** abzudecken. Hier sollte der für das elementare Substrat **1** bereitgestellte kavitationsbeständige Film aus Ta durch das Siliciumsubstrat, oder ähnlichem, was das elementare Substrat **1** bildet, geerdet sein, wie in der folgenden Beschreibung mit Bezugnahme auf die [Fig. 7](#), wenn der SiN-Film **72a** durch Verwendung des Plasma-CVD-Geräts gebildet wird. Auf diese Weise wird es ermöglicht, die Heizelemente **2** und funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** vor den Ionenkeimen (ion seeds) zu schützen, die durch die plasmischen Entladungen und die Radikalladungen in der Reaktionskammer des Plasma-CVD-Geräts zerfallen.

**[0061]** Wie in der [Fig. 7](#) gezeigt, sind die RF-Elektroden **82a** und die Plattform **85a** in der Reaktionskammer **83a** des Plasma-CVD-Geräts angeordnet, um sich zur Bildung des SiN-Films **72a** in einem bestimmten Abstand zwischen ihnen gegenüberzuliegen. An die RF-Elektroden **82a** wird von der außerhalb der Reaktionskammer **83a** angeordneten RF-Zufuhrquelle **81a** eine Spannung angelegt. Andererseits

wird das elementare Substrat **1** auf der Oberfläche der Plattform **85a** auf der Seite der RF-Elektrode **82a** eingebaut, so dass die Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite der Heizelemente **2** so gesetzt ist, dass sie den RF-Elektroden **82a** gegenüberliegt. Hier ist der auf der Oberfläche von jedem der Heizelemente **2** auf dem elementaren Substrat **1** gebildete kavitationsbeständige Film des Ta mit dem Siliciumsubstrat des elementaren Substrats **1** elektrisch verbunden. Anschließend wird die die Lücke bildende metallische Schicht **71** durch das Siliciumsubstrat des elementaren Substrats **1** und der Plattform **85a** geerdet.

**[0062]** Während der kavitationsbeständige Film sich in einem geerdeten Zustand befindet, wird mit dem so strukturierten CVD-Gerät Gas durch die Zufuhrrohre **84a** in das Innere der Reaktionskammer **83a** zugeführt, und Plasma **46** wird zwischen dem elementaren Substrat **1** und der RF-Elektrode **82a** erzeugt. Der Ionenkeim und das Radikal, die durch die plasmischen Entladungen in der Reaktionskammer **83a** zersetzt werden, werden auf dem elementaren Substrat **1** abgeschieden, um auf dem elementaren Substrat **1** den SiN-Film **72a** zu bilden. Anschließend werden durch den Ionenkeim und das Radikal elektrische Ladungen auf dem elementaren Substrat **1** erzeugt. Allerdings ist es mit dem wie oben beschrieben geerdeten kavitationsbeständigen Film möglich, zu verhindern, dass die Heizelemente **2** und die funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** durch die elektrischen Ladungen beschädigt werden.

**[0063]** In der [Fig. 6D](#) ist nun der Al-Film durch ein Sputterverfahren auf der Oberfläche des SiN-Films **72a** in einer Dicke von ungefähr 6100 Å gebildet. Danach wird der so gebildete Al-Film durch Verwendung des bekannten photolithographischen Verfahrens mit einem Muster versehen, um den Al-Film (nicht gezeigt) als die zweite Schutzschicht auf dem dem beweglichen Element **6** entsprechenden Abschnitt des SiN-Films **72a** übrig zu lassen. Der als zweite Schutzschicht dienende Al-Film wird die Schutzschicht (Ätzstoppschicht), d.h. eine Maske, wenn der SiN-Film **72a** trocken geätzt wird, um das bewegliche Element **6** bilden.

**[0064]** Mit dem ein dielektrisches Kopplungsplasma verwendenden Ätzgerät wird dann der SiN-Film **72a** mit der zweiten Schutzschicht als die Maske mit einem Muster versehen, um das bewegliche Element **6** zu bilden, welches mit dem verbliebenen Abschnitt des SiN-Films **72a** strukturiert ist. Dieses Ätzgerät verwendet ein Misch-Gas aus CF<sub>4</sub> und O<sub>2</sub>. In dem Verfahren, in dem der SiN-Film **72a** mit einem Muster versehen wird, wird der unerwünschte Abschnitt des SiN-Films **72a** entfernt, so dass der unbewegliche Stützabschnitt des beweglichen Elements **6** direkt auf dem elementaren Substrat **1** befestigt ist, wie in



**Fig. 1** gezeigt. Hier sind das TiW, welches das strukturelle Material der Kontaktplättchenschutzschicht ist, und das Ta, welches das strukturelle Material des kavitationsbeständigen Films des elementaren Substrats **1** ist, in dem strukturellen Material des Abschnitts der engen Verbindung zwischen dem unbeweglichen Stützabschnitt des beweglichen Elements **6** und dem elementaren Substrat **1** enthalten.

**[0065]** Wenn der SiN-Film **72a** hier durch Verwendung eines Trockenätzgeräts geätzt wird, ist die die Lücke bildende metallische Schicht **71** durch das elementare Substrat **1**, oder ähnlichem geerdet, wie als nächstes unter Bezugnahme auf die **Fig. 8** beschrieben. Er ist auf diese Weise angeordnet, um zu verhindern, dass die durch die Zersetzung des  $\text{CF}_4$ -Gases erzeugten Ionenkeim- und Radikal-Ladungen zu dem Zeitpunkt des Trockenätzens auf der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71** verbleiben, und folglich die Heizelemente **2** und die funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, des elementaren Substrats **1** geschützt werden. Auch wird in diesem Ätzverfahren die die Lücke bildende metallische Schicht **71**, wie oben beschrieben, auf den Abschnitten des durch Entfernen der unerwünschten Abschnitte freigelegten SiN-Films **72a** hergestellt, d.h., der zu ätzenden Fläche. Folglich ist die Oberfläche des TiW-Films **76** nicht freigelegt und das elementare Substrat **1** ist zuverlässig durch die die Lücke bildende metallische Schicht **71** geschützt.

**[0066]** Wie in der **Fig. 8** gezeigt, die RF-Elektroden **82b** und die Plattform **85b** sind in der Reaktionskammer **83b** des Trockenätzgeräts zum Ätzen des SiN-Films **72a** angeordnet, um sich in einem bestimmten Abstand zwischen ihnen gegenüberzuliegen. An die RF-Elektroden **82b** wird von der RF-Zufuhrquelle **81b** außerhalb der Reaktionskammer **83b** eine Spannung angelegt. Auf der anderen Seite ist das elementare Substrat **1** auf der Oberfläche der Plattform **85b** auf der Seite der RF-Elektrode **82b** eingebaut. Dann wird die Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite des Heizelements **2** so gesetzt, dass sie der RF-Elektrode **82b** gegenüber liegt. Hier ist die die Lücke mit dem Al-Film bildende metallische Schicht **71** mit dem aus Ta gebildeten kavitationsbeständigen Film, der für das elementare Substrat **1** vorgesehen ist, elektrisch verbunden. Wie vorher beschrieben wird dann der kavitationsbeständige Film mit dem Siliciumsubstrat des elementaren Substrats **1** elektrisch verbunden. Folglich ist die metallische Schicht **71**, die solch eine Lücke bilden soll, durch den kavitationsbeständigen Film und Siliciumsubstrat des elementaren Substrats **1**, und ebenso durch die Plattform **85b**, geerdet.

**[0067]** In dem so strukturierten Trockenätzgerät wird durch die Zufuhrrohre **84b** das  $\text{CF}_4$  und  $\text{O}_2$  Misch-Gas in die Reaktionskammer **83b** zugeführt, in dem Zustand, in dem die die Lücke bildende metalli-

sche Schicht **71** geerdet ist, und so der SiN-Film **72a** geätzt wird. In diesem Fall wird dem elementaren Substrat **1** durch den Ionenkeim und das Radikal, die durch die Zersetzung des  $\text{CF}_4$ -Gases erzeugt wurden, eine elektrische Ladung gegeben. Mit der die Lücke bildenden metallischen Schicht **71**, die wie oben beschrieben geerdet ist, ist es allerdings möglich zu verhindern, dass die Heizelemente **2** und die funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** durch die durch den Ionenkeim und das Radikal erzeugten elektrischen Entladungen beschädigt werden.

**[0068]** Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird das  $\text{CF}_4$  und  $\text{O}_2$  Misch-Gas als das Gas verwendet, welches in das Innere der Reaktionskammer **83b** zugeführt werden soll, aber es kann auch möglich sein, ein  $\text{CF}_4$ -Gas ohne zugemischtes  $\text{O}_2$  zu verwenden, oder ein  $\text{C}_2\text{F}_6$ -Gas, oder ein Misch-Gas aus  $\text{C}_2\text{F}_6$  und  $\text{O}_2$ .

**[0069]** In der **Fig. 6E** wird nun die zweite Schutzschicht durch Verwendung von einer gemischten Säure aus Essigsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure aufgelöst, um von dem für das bewegliche Element **6** gebildeten Aluminiumfilm entfernt zu werden. Gleichzeitig wird die metallische Schicht **71**, die die Lücke durch Verwendung des Al-Films bildet, teilweise aufgelöst, um entfernt zu werden. Anschließend wird die die Lücke bildende metallische Schicht **71a** durch den verbleibenden Abschnitt davon gebildet. Auf diese Art und Weise wird das bewegliche Element **6**, welches durch die die Lücke bildende metallische Schicht **71a** gestützt ist, auf dem elementaren Substrat **1** eingearbeitet. Danach werden die Abschnitte des auf dem elementaren Substrat **1** gebildeten TiW-Films **76**, welche den Blasenbildungsbereichen **10** und Kontaktflächen entsprechen, durch Verwendung von Wasserstoffperoxid entfernt.

**[0070]** Für das obige Beispiel wurde die Beschreibung für den Fall gemacht, bei dem die Strömungspfadseitenwände **9** für die Deckplatte **3** gebildet werden. Allerdings kann es möglich sein, die Strömungspfadseitenwände **9** auf dem elementaren Substrat **1** zur gleichen Zeit zu bilden, wenn durch das photolithographische Verfahren die beweglichen Elemente **6** auf dem elementaren Substrat **1** gebildet werden.

**[0071]** Unter Bezugnahme auf die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** und **Fig. 10A** bis **Fig. 10C**, wird nachstehend die Beschreibung von einem Beispiel des Verfahrens gemacht, in dem das bewegliche Element **6** und die Strömungspfadseitenwände gebildet werden, wenn die beweglichen Elemente **6** und die Strömungspfadseitenwände **9** für das elementare Substrat **1** bereitgestellt werden. Hier veranschaulichen die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** und die **Fig. 10A** bis **Fig. 10C** die Querschnitte in der Richtung orthogonal zu der Richtung des Flüssigkeitsströmungspfads auf dem elementa-

ren Substrat, wo die beweglichen Elemente und die Strömungspfadseitenwände gebildet werden.

**[0072]** In der [Fig. 9A](#) wird zuerst der TiW-Film, der nicht gezeigt ist, durch das Sputterverfahren in einer Dicke von ungefähr 5000 Å auf der gesamten Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite des Heizelements **2** als die erste Schutzschicht gebildet, welche den Kontaktflächenabschnitt zur Verwendung einer elektrischen Verbindung mit Heizelementen **2** schützt. Dann wird die metallische Schicht (Al-Film) **71** durch das Sputterverfahren in einer Dicke von ungefähr 4 µm auf der Seite des Heizelements **2** des elementaren Substrats **1** gebildet. Der so gebildete Al-Film wird durch die bekannten Mittel des photolithographischen Verfahrens mit einem Muster versehen, um eine Vielzahl der metallischen Schichten **71** zu bilden, die die Lücken mit Al-Film bilden, welche jede Lücke zwischen den beweglichen Elementen **6** und dem elementaren Substrat **1** in den entsprechenden Stellen zwischen den Heizelementen **2** und den beweglichen Elementen **6** bereitstellen, gezeigt in der [Fig. 1](#). Die jede der Lücken bildende metallische Schicht **71** erstreckt sich bis zu dem Bereich, wo der SiN-Film **72**, d.h. der für die Bildung des beweglichen Elements **6** verwendete Materialfilm, in dem später in Verbindung mit der [Fig. 10B](#) beschriebenen Verfahren geätzt wird.

**[0073]** Die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** fungiert als die Ätzstoppschicht, wenn die Flüssigkeitsströmungspfade **7** und die beweglichen Elemente **6**, wie später beschrieben, trocken geätzt werden. Dies ist so, weil die als die Kontaktflächenschutzschicht dienende TiW-Schicht auf dem elementaren Substrat **1**, der als kavitationsbeständiger Film dienende Ta-Film und der als die Schutzschicht für die Widerstandselemente dienende SiN-Film durch das verwendete Ätzgas geätzt werden, wenn die Flüssigkeitsströmungspfade **7** gebildet werden. Die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** verhindert, dass diese Schichten und Filme geätzt werden. Wenn die Flüssigkeitsströmungspfade **7** demzufolge trocken geätzt werden, wird die Breite der Richtung der jede der Lücken bildenden metallischen Schicht **71**, welche orthogonal ist zu der Strömungspfadrichtung der Flüssigkeitsströmungspfade **7**, größer als die Breite der Flüssigkeitsströmungspfade **7**, die in dem in Verbindung mit der [Fig. 10B](#) beschriebenen Verfahren gebildet werden, so dass die Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite des Heizelements **2** und die TiW-Schicht auf dem elementaren Substrat **1** nicht freigelegt werden.

**[0074]** Des Weiteren können die Heizelemente **2** und die funktionalen Elemente auf dem elementaren Substrat **1** durch den Ionenkeim und das Radikal, die durch den Zerfall des CF<sub>4</sub>-Gases zu der Zeit des Trockenätzens erzeugt werden, beschädigt werden, aber die metallische Schicht **71**, die die Lücken mit Al

bildet, empfängt den Ionenkeim und das Radikal, und schützt die Heizelemente **2** und funktionalen Elemente auf dem elementaren Substrat **1**.

**[0075]** Anschließend, in der [Fig. 9B](#), wird der SiN-Film (Dünnschicht) **72**, welcher der Materialfilm für die Bildung des beweglichen Elements **6** ist, auf der Oberfläche der jede Lücke bildenden metallischen Schicht **71** und der Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite der jede Lücke bildenden metallischen Schicht **71** in einer Dicke von ungefähr 4,5 µm gebildet, um die jede Lücke bildende metallische Schicht **72** abzudecken. Wie beschrieben, ist hier unter Bezugnahme auf die [Fig. 7](#) der SiN-Film **72** durch Verwendung des Plasma-CVD-Geräts gebildet, der für das elementare Substrat **1** bereitgestellte kavitationsbeständige Film aus Ta ist durch das das elementare Substrat **1** aufbauende Siliciumsubstrat, oder ähnlichem, geerdet. Auf diese Art und Weise wird es möglich, die Heizelemente **2** und funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** vor den Ladungen des Ionenkeims und Radikals, die durch die plasmischen Entladungen in der Reaktionskammer des Plasma-CVD-Geräts zerfallen, zu schützen.

**[0076]** Nun, in der [Fig. 9C](#), nachdem der Al-Film durch das Sputterverfahren in einer Dicke von ungefähr 6100 Å auf der Oberfläche des SiN-Films **72** gebildet ist, wird der so gebildete Al-Film durch die bekannten Mittel des photolithographischen Verfahrens mit einem Muster versehen, um den Al-Film **73** als die zweite Schutzschicht auf dem Abschnitt der Oberfläche des SiN-Films **72**, der dem Abschnitt der beweglichen Elemente **6** entspricht, intakt zu belassen, d.h., dem Bildungsbereich des beweglichen Elements auf der Oberfläche des SiN-Films **72**. Der Al-Film **73** wird die Schutzschicht (Ätzstoppschicht), wenn die Flüssigkeitsströmungspfade **7** trocken geätzt werden.

**[0077]** Anschließend, in der [Fig. 10A](#), wird der SiN-Film **74** für die Bildung der Strömungspfadseitenwände **9** durch das Mikrowellen-CVD-Verfahren auf den Oberflächen des SiN-Films **72** und des Al-Films **73** in einer Dicke von ungefähr 50 µm gebildet. Um den SiN-Film zu bilden, werden hier als das für das Mikrowellen-CVD-Verfahren verwendete Gas Monosilan (SiH<sub>4</sub>), Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Argon (Ar) verwendet. Es kann möglich sein, Disilane (Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>), oder ähnliches, neben den oben Beschriebenen, als die Gaskombination zu verwenden. Der SiN-Film **74** ist auch mit der Leistung der Mikrowelle von 1,5 kW bei einer Frequenz von 2,45 GHz gebildet, und in einem Hochvakuum von 5 mTorr wird Monosilan mit einer Flussrate von 100 sccm, Stickstoff bei 100 sccm und Argon bei 40 sccm zugeführt. Es kann hier möglich sein, durch das Mikrowellen-Plasma-CVD-Verfahren den SiN-Film **74** mit anderem als das oben beschriebene Gas zusammen-

setzungsverhältnis zu bilden.

**[0078]** Wenn der SiN-Film **74** durch das CVD-Verfahren gebildet wird, ist der auf der Oberfläche der Heizelemente **2** gebildete kavitationsbeständige Film aus Ta durch das Siliciumsubstrat auf dem elementaren Substrat **1** geerdet, wie in dem Fall, wo der SiN-Film **72**, wie in Verbindung mit der [Fig. 7](#) beschrieben, gebildet ist. Auf diese Art und Weise wird es möglich, die Heizelemente **2** und funktionalen Elemente, wie etwa Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** in der Reaktionskammer des CVD-Geräts vor den elektrischen Ladungen des Ionenkeims und Radikals, die durch die plasmischen Entladungen zerfallen, zu schützen.

**[0079]** Nachdem dann der Al-Film auf der gesamten Oberfläche des SiN-Films **74** gebildet ist, wird der so gebildete Al-Film durch das bekannten photolithographische Verfahren mit einem Muster versehen, um den Al-Film **75** auf dem Abschnitt der Oberfläche des SiN-Films, mit der Ausnahme der den Flüssigkeitspfaden **7** entsprechenden Abschnitte, herzustellen. Wie vorher beschrieben wird die Breite der Richtung, welche orthogonal ist zu der Strömungspfadrichtung der Flüssigkeitsströmungspfade **7**, der jede der Lücken bildenden metallischen Schicht **71** größer als die Breite der Flüssigkeitsströmungspfade **7**, die in dem in Verbindung mit [Fig. 10B](#) beschriebenen Verfahren gebildet sind, so dass der Seitenabschnitt des Al-Films **75** oberhalb des Seitenabschnitts der jede der Lücke bildenden metallischen Schicht **71** angeordnet ist.

**[0080]** Nun, in der [Fig. 10B](#), unter Verwendung des ein dielektrisches Kopplungsplasma verwendenden Ätzgeräts werden der SiN-Film **74** und der SiN-Film **72** mit einem Muster versehen, um jeweils die Strömungspfadseitenwände **9** und die beweglichen Elemente **6** zu bilden. Das Ätzgerät verwendet ein Misch-Gas aus  $\text{CF}_4$  und  $\text{O}_2$ , und ätzt den SiN-Film **74** und den SiN-Film **72**, mit den Al-Filmen **73** und **25** und die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** als die Ätzstoppschicht, d.h. eine Maske, so dass der SiN-Film **74** in einer Grabenstruktur hergestellt wird. In dem Verfahren, in dem der SiN-Film **72** mit einem Muster versehen wird, werden die unerwünschten Abschnitte des SiN-Films **72** entfernt, um zu ermöglichen, dass nur der unbewegliche Stützabschnitt des beweglichen Elements **6** auf der jede Lücke bildenden metallischen Schicht **71** befestigt wird, wie in der [Fig. 1](#) gezeigt.

**[0081]** Wenn hier die SiN-Filme **72** und **24** durch Verwendung des Trockenätzgeräts geätzt werden, ist die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** durch das elementare Substrat **1**, oder ähnlichem, geerdet, wie unter Bezugnahme auf die [Fig. 8](#) beschrieben. Auf diese Art und Weise wird es möglich, die Heizelemente **2** und funktionalen Elemente, wie etwa

Sperrschaltungen, auf dem elementaren Substrat **1** zu schützen, indem verhindert wird, dass sich zu der Zeit des Trockenätzens elektrische Ladungen des Ionenkeims und Radikals, die durch das zersetzte  $\text{CF}_4$ -Gas erzeugt werden, auf der jede Lücke bildenden metallischen Schicht **71** ablagern. Auch wird die Breite der jede Lücke bildenden metallischen Schicht **71** breiter gefertigt als die der Flüssigkeitsströmungspfade **7**, die in dem Ätzprozess erzeugt werden sollen. Folglich ist die Oberfläche des elementaren Substrats **1** auf der Seite des Heizelements **2** nicht freigelegt, wenn die unerwünschten Abschnitte des SiN-Films **74** entfernt werden, und das elementare Substrat **1** ist zuverlässig durch die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** geschützt.

**[0082]** Nun, in der [Fig. 10C](#), werden die Al-Filme **73** und **75** durch Verwendung einer gemischten Säure aus Essigsäure, Phosphorsäure und Salpetersäure aufgelöst und durch das Heißätzen der Al-Filme **73** und **25** entfernt. Gleichzeitig wird die jede Lücke bildende metallische Schicht **71** mit dem Al-Film teilweise aufgelöst, um entfernt zu werden. Dann wird die jede Lücke bildende metallische Schicht **71a** durch den verbleibenden Abschnitt davon gebildet. Auf diese Weise werden die beweglichen Elemente **6** und die Strömungspfadseitenwände **9** in das elementare Substrat **1** eingebunden. Anschließend werden die Abschnitte des TiW-Films, der auf dem elementaren Substrat **1** als die den Blasenbildungsbereichen **10** und Kontaktflächen entsprechende Kontaktflächenschutzschicht gebildet ist, durch Verwenden von Wasserstoffperoxid entfernt. Der eng verbundene Abschnitt zwischen dem elementaren Substrat **1** und den Strömungspfadseitenwänden **9** enthält das TiW, welches das Strukturmaterial der Kontaktflächenschutzschicht ist, und das Ta, welches das Strukturmaterial des kavitationsbeständigen Films des elementaren Substrats **1** ist.

**[0083]** Wie oben beschrieben wurde, wird gemäß der vorliegenden Erfindung die eine Lücke bildende metallische Schicht zumindest auf einem Teil der Verdrahtung, der zwischen dem elementaren Substrat und der Deckplatte verbindet, oder der mit den externen Schaltkreisen verbindet, verwendet. Diese die Lücke bildende metallische Schicht ist deutlich dicker als die der auf dem elementaren Substrat gebildeten Verdrahtungsmuster, und der elektrische Widerstand der Verdrahtung ist klein. Wenn dieses Element für die Heizelemente **2** auf dem elementaren Substrat **1** als die übliche Elektrode verwendet wird, gibt es einen bestimmten Effekt bezüglich der Probleme des Elektrodenabfalls.

**[0084]** Die [Fig. 11](#) ist eine Draufsicht, welche schematisch das Substrat gemäß der ersten Ausführungsform zeigt, welche vorher beschrieben wurde. In der [Fig. 11](#) ist hier die Schutzschicht zum Abdecken der jede der Lücken bildenden metallischen

Schicht **71a** nicht dargestellt. Das Bezugszeichen **500** bezeichnet einen Heizanordnungsabschnitt, **501** und **502** bezeichnen jeweils eine Innenseite und eine Außenseiten eines Flüssigkeitskammerrahmens.

**[0085]** Wie in der [Fig. 11](#) gezeigt ist die metallische Schicht **71a** strukturiert, um sich in die Anordnungsrichtung der Heizelemente zu erstrecken. Dann wird durch das Durchgangsloch **223** diese Schicht mit der lead-out Elektrode **222** der unteren Schicht verbunden. Wenn die Elektrodenkontaktfläche **224** mit dem elektrischen Stecker des Geräts verbunden ist, kann anschließend an diese lead-out Elektrode **222** eine Spannung angelegt werden. Mit der so angeordneten Struktur wird die jede der Lücken bildende metallische Schicht **71** in der Flüssigkeitskammer eingebaut, um es zu ermöglichen, jegliche überflüssigen Schritte auf der Verbindungsoberfläche des Substrats zu der Deckplatte zu verhindern.

**[0086]** Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird die jede der dicken Lücken bildende metallische Schicht **71a** zur Verdrahtung (bzw. Leitung) verwendet, um letztendlich den elektrischen Widerstand als Ganzes zu verkleinern. Der elektrische Widerstand wird durch das Produkt der Dicke der Verdrahtung und der Fläche davon bestimmt. Folglich wird es möglich die gesamte Größe des einen Kopf aufbauenden Chips durch Verengen der Breite der Ebene des Verdrahtungsmusters (bzw. Leitungsmusters), zu verkleinern, ohne dessen elektrischen Widerstand zu erhöhen. In anderen Worten, wohingegen der herkömmliche Flüssigkeitsausstoßkopf sowohl in dem für die Zufuhr der Signalspannung verwendeten Verdrahtungsbereich, als auch in dem Erdungsverdrahtungsbereich, einen vergleichsweise breiten Platz braucht, um die Breite der Verdrahtung größer zu machen, um den elektrischen Widerstand davon zu verringern, hat der Kopf der vorliegenden Ausführungsform eine dickere metallische Schicht, die jede der Lücken bildet, bei der der elektrische Verlust klein ist, folglich es ermöglicht den Wert des elektrischen Widerstands auf das gleiche Niveau wie bei dem Herkömmlichen zu unterdrücken, selbst wenn die Breite der anderen Verdrahtungsabschnitte in diesem Umfang verkleinert wird. Folglich können sowohl der für die Zufuhr der Signalspannung verwendete Verdrahtungsbereich als auch der Erdungsverdrahtungsbereich verkleinert werden. Dann kann der so erhaltene Raum effektiv für die Anordnung von anderen Elementen verwendet werden. Einhergehend damit kann der Verdrahtungsbereich kompakt angeordnet werden, um demzufolge die Zahl der Kontaktflächen zu verringern, oder ein Flüssigkeitsausstoßkopf kann insgesamt kleiner gefertigt werden. In diesem Fall ist die Anzahl der Chips, die pro Wafer hergestellt werden können, erhöht, und die Kosten der Herstellung können in diesem Umfang verringert werden.

**[0087]** In anderen Worten, die gegenwärtige Erfin-

dung verkleinert elektrischen Widerstand, während die Größe eines Chips angemessen belassen wird, und demzufolge ermöglicht wird, ein Verbessern der elektrischen Effizienz zu versuchen. Auch kann die Größe des Chips verkleinert werden, während der elektrische Widerstand angemessen bleibt, und demzufolge es ermöglicht wird, ein Verkleinern der Größe eines Geräts, das bei niedrigeren Kosten hergestellt werden kann, zu versuchen.

**[0088]** Nun wird die Beschreibung des Flüssigkeitsausstoßkopfs gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf [Fig. 12](#) bis [Fig. 14](#) gemacht. Hier werden die gleichen Referenzzeichen für die gleichen Strukturen verwendet wie diejenigen, welche in der ersten Ausführungsform vorkommen, und deren Beschreibung wird weggelassen.

**[0089]** Gemäß der ersten Ausführungsform wird die metallische Schicht **71a**, die jede der Lücken zwischen der Verdrahtung **210** und Verdrahtung **305** bildet, wie in der [Fig. 3](#) gezeigt, verwendet, um das elementare Substrat **1** und das externe Element, die Deckplatte **3**, oder ähnliches, elektrisch zu verbinden. Allerdings wird für die vorliegende Ausführungsform die Verdrahtung **210** an einer Seite weggelassen, und anschließend wird zugelassen, dass die Verdrahtung **305** und die die Lücke bildende metallische Schicht **71a** auf dem Abschnitt des Durchgangslochs **201** direkt in Kontakt stehen, wie in [Fig. 12](#) gezeigt. Die Verdrahtung **210** ist in dieser Struktur auch nicht vorhanden. Demzufolge wird der Zwischenschichtfilm **303** auch nicht benötigt. Obwohl in der [Fig. 3](#) weggelassen, ist die Verdrahtung **305** hier mit einem nicht gezeigten Halbleiterabschnitt verbunden, aber auf dem elementaren Substrat **1** durch das Durchgangsloch **230** und die Widerstandsschicht **304** gebildet ist. Mit diesem Verdrahtungsmuster (bzw. Leitungsmuster) wird anschließend die Verbindung mit dem Transistor und anderen Betriebselementen, welche ebenfalls nicht gezeigt sind, hergestellt.

**[0090]** Nun wird die elektrische Verbindung unter Bezugnahme auf [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) beschrieben. In dem Fall des in [Fig. 13](#) schematisch gezeigten Flüssigkeitsausstoßkopfs der ersten Ausführungsform wird die individuelle Verbindung zwischen jedem der Heizelemente **240** und dem Betriebselement, wie etwa einem Transistor, durch Verwenden der Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** hergestellt. Anschließend wird die Verdrahtung (bzw. Leitung) **210** verwendet, um jede der Verdrahtungen (bzw. Leitungen) **305** zusammenzuführen. Obwohl in der [Fig. 13](#) nicht gezeigt, wird des Weiteren die jede Lücke bildende metallische Schicht **71a** als Verdrahtung verwendet, um von der Verdrahtung (bzw. Leitung) **210** eine Verbindung mit dem externen Schaltkreis, der Deckplatte und ähnlichem herzustellen. Auf der anderen Seite



wird gemäß der in der [Fig. 14](#) gezeigten vorliegenden Ausführungsform die individuelle Verbindung durch die Verdrahtung (bzw. Leitung) **305** zwischen jedem der Heizelemente **240** und den Betriebselementen, wie etwa einem Transistor, hergestellt, wohingegen die jede Lücke bildende metallische Schicht **71a** jede der Verdrahtungen (bzw. Leitungen) **305** zusammenführt, und gleichzeitig eine Verbindung mit den externen Schaltkreisen, der Deckplatte und ähnlichem herstellt. In anderen Worten, die jede Lücke bildende metallische Schicht **71a** ist angeordnet, um die Funktion der Verdrahtung **210** der ersten Ausführungsform doppelt auszuführen.

**[0091]** Wie oben beschrieben wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform die Struktur einfacher gefertigt und das Herstellungsverfahren wird vereinfacht. Die Kosten der Herstellung werden auch reduziert. Des Weiteren, da die Widerstandsschicht (TaN-Schicht) sich auf der unteren Schicht der Verdrahtung (Al-Schicht) **305** befindet, wird es möglich, die Erzeugung von Spitzen durch den Kontakt zwischen den Halbleiterabschnitten und der Verdrahtung (Al-Schicht) **305** zu verhindern, somit wird das Grenzschichtverfahren eliminiert, welches für die Verhinderung der Al-Diffusion benötigt wird.

**[0092]** Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die metallische Schicht, die jede der ausreichend breiten Lücken bildet, als die zur elektrischen Verbindung verwendete Verdrahtungsschicht zu verwenden, hier speziell als die gemeinsamen Elektroden, somit wird es möglich, den elektrischen Widerstand deutlich zu verkleinern. Damit einhergehend wird die elektrische Effizienz verbessert. Es wird auch ermöglicht ein Verkleinern des Geräts zu verwirklichen und ebenso die Kosten der Herstellung zu senken. Die jede Lücke bildende metallische Schicht ist das Element, welches für das herkömmliche Gerät verwendet wurde, welches mit den beweglichen Elementen ausgestattet ist. Folglich gibt es keine Notwendigkeit, die Herstellungsverfahren und Strukturen besonders kompliziert zu machen. Wenn auf dem Substrat gefertigt, kann durch Verwendung der jede Lücke bildenden metallischen Schicht als Verdrahtung auch die Zahl der Verdrahtungsmuster verringert werden, somit wird es ermöglicht, die Struktur zu vereinfachen.

**[0093]** Ein mikroelektromechanisches Gerät enthält ein bewegliches Element mit einem unbeweglichen Stützabschnitt und beweglichen Abschnitt, und ein Substrat um das bewegliche Element zu haben, welches in einem Zustand gestützt ist, bei dem es eine bestimmte Lücke mit dem Substrat hat. Für diese Einrichtung wird eine metallische Schicht, welche die Lücke für den beweglichen Abschnitt bereitstellt, durch den unbeweglichen Stützabschnitt des beweglichen Elements abgedeckt, und verbleibt, um als Verdrahtungsschicht verwendet zu werden. Die Ver-

drahtungsschicht ist mit einer Vielzahl von Verdrahtungen elektrisch verbunden, welche für das Substrat bereitgestellt sind. Mit der so angeordneten Struktur wird der elektrische Widerstand deutlich verkleinert. Die elektrische Effizienz wird dementsprechend verbessert. Das Gerät, das diese Einrichtung verwendet, wird auch verkleinert und die Kosten zu dessen Herstellung werden ebenso verringert.

### Patentansprüche

1. Mikroelektromechanische Einrichtung enthaltend:

ein eine Vielzahl von Verdrahtungen (**305**) enthalten- des Substrat (**1**),  
eine metallische Schicht (**71a**), und  
ein bewegliches Element (**6**) mit einem unbeweglichen Stützabschnitt (**6c**) und einem beweglichen Abschnitt (**6b**), wobei  
die metallische Schicht (**71a**) durch den unbeweglichen Stützabschnitt (**6c**) des beweglichen Elements (**6**) abgedeckt ist, um eine Lücke zwischen dem Substrat (**1**) und dem beweglichen Abschnitt (**6b**) des beweglichen Elements (**6**) bereitzustellen,  
**dadurch gekennzeichnet**, dass  
die metallische Schicht (**71a**) eine mit der Vielzahl von Verdrahtungen (**305**) des Substrats (**1**) elektrisch verbundene Verdrahtungsschicht darstellt.

2. Flüssigkeitsausstoßkopf enthaltend:  
die mikroelektromechanische Einrichtung nach Anspruch 1,  
eine auf das Substrat (**1**) laminierte Deckplatte (**3**), und  
ein zwischen dem Substrat (**1**) und der Deckplatte (**3**) gebildeter Durchflussweg (**7**), wobei  
der bewegliche Abschnitt (**6b**) des beweglichen Elements (**6**) in dem Durchflusspfad (**7**) positioniert ist.

3. Flüssigkeitsausstoßkopf nach Anspruch 2, wobei ein zum Flüssigkeitsausstoßes verwendetes Heizelement (**2**) entsprechend dem Durchflusspfad (**7**) des Substrats (**1**) vorgesehen ist und die Verdrahtungsschicht durch Verdrahtung mit dem Heizelement (**2**) elektrisch verbunden ist.

4. Verfahren zur Herstellung des Flüssigkeitsausstoßkopfes nach Anspruch 2, die folgenden Schritte enthaltend:

Bilden einer metallischen Schicht (**71**) zur Bildung einer Lücke auf dem Substrat (**1**);  
Bilden einer dünnen Filmschicht (**72a**) auf der metallischen Schicht (**71**), um ein bewegliches Element (**6**) zu werden;  
Entfernen eines Abschnitts der metallischen Schicht (**71**), welcher unterhalb eines Abschnitts der dünnen Filmschicht (**72a**), der der bewegliche Abschnitt des beweglichen Elements (**6**) wird, positioniert ist, während ein Abschnitt der metallischen Schicht (**71**), der unterhalb eines Abschnitts der dünnen Filmschicht

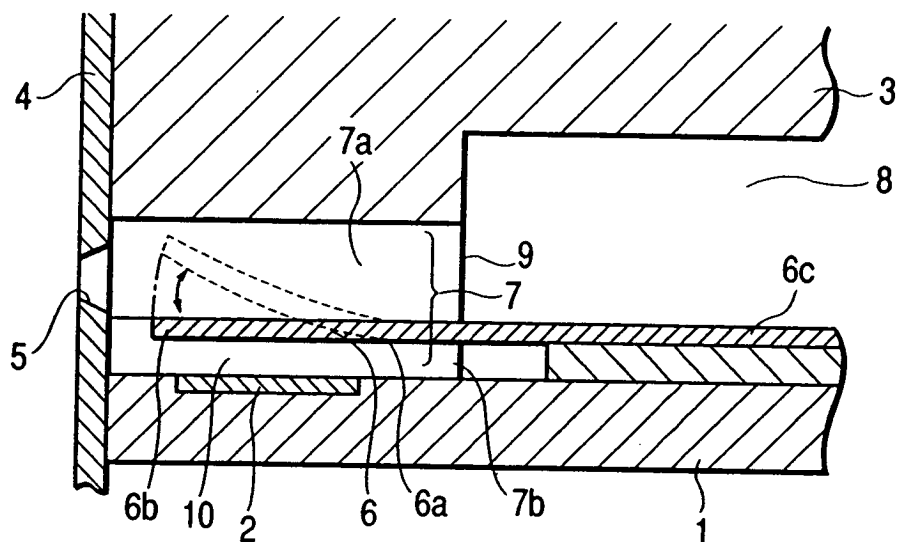


(**72a**), der der unbewegliche Stützabschnitt des beweglichen Elements (**6**) wird, positioniert ist, beibehalten wird, um intakt zu bleiben; und  
Fertigen von mindestens einem Teil des verbliebenen Abschnitts der metallischen Schicht (**71**) als eine Verdrahtungsschicht, die mit dem Verdrahtungsmuster auf dem Substrat (**1**) elektrisch zu verbinden ist.

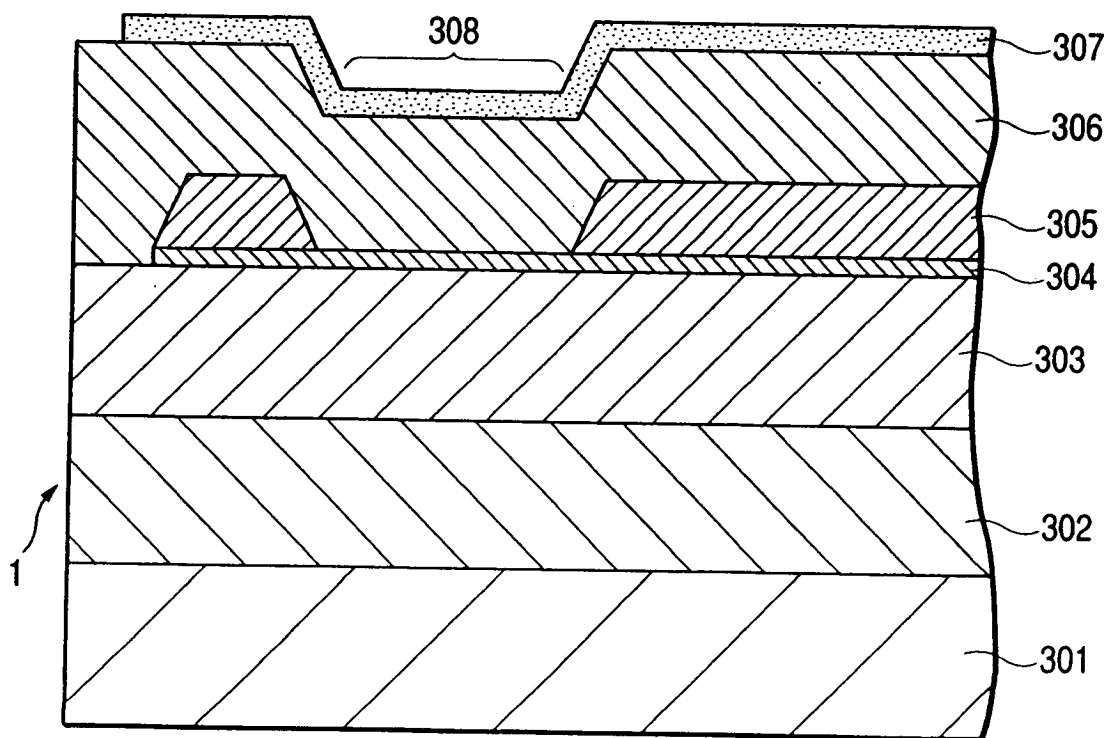
5. Verfahren zur Herstellung eines Flüssigkeitsausstoßkopfes nach Anspruch 4, wobei die dünne Filmschicht (**72a**) durch SiN gebildet wird und die metallische Schicht (**71**) durch Al oder Al-Legierung gebildet wird.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**

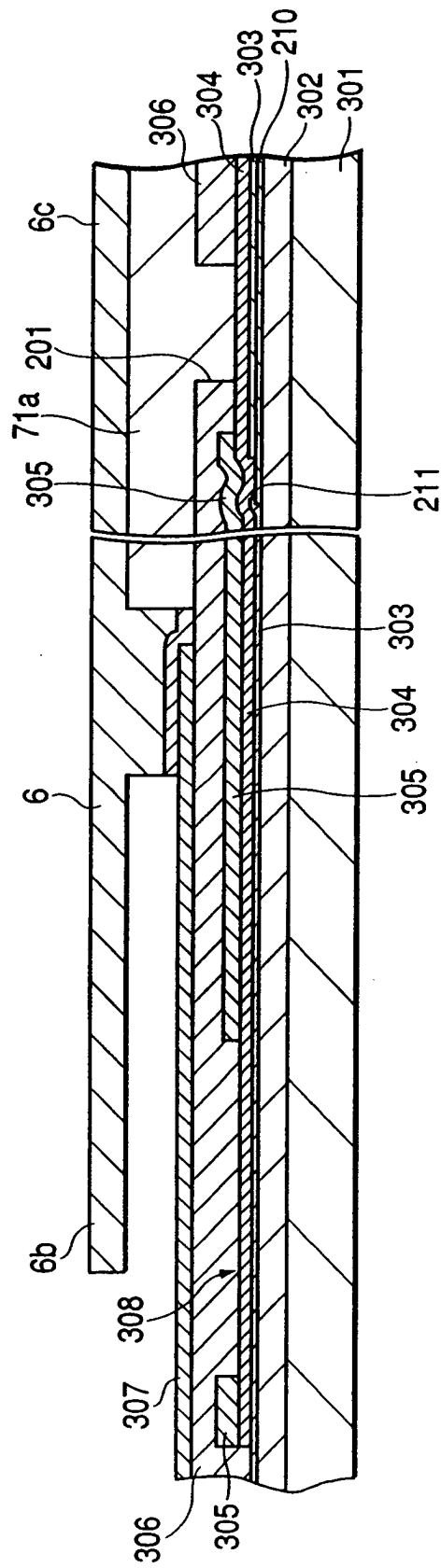
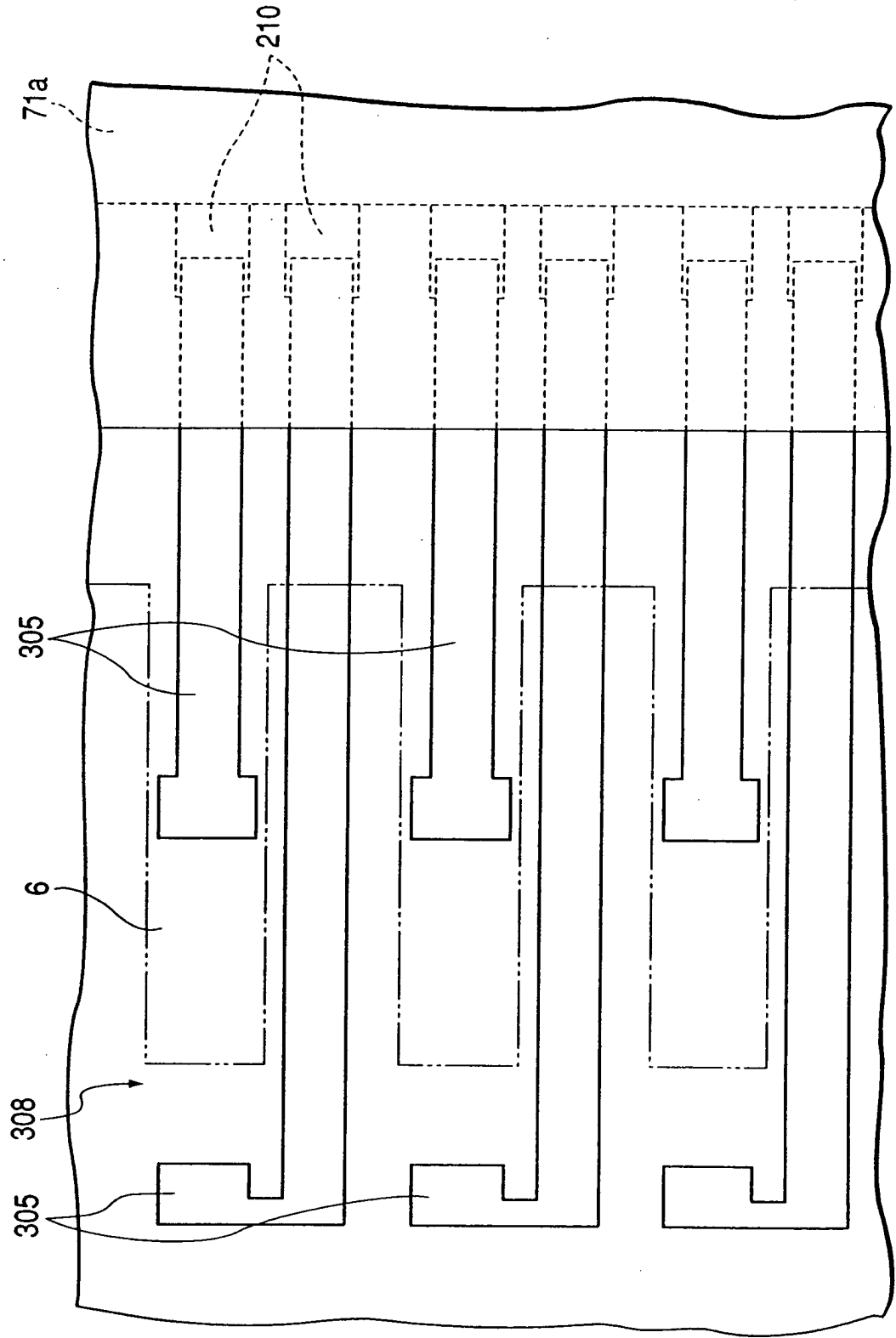
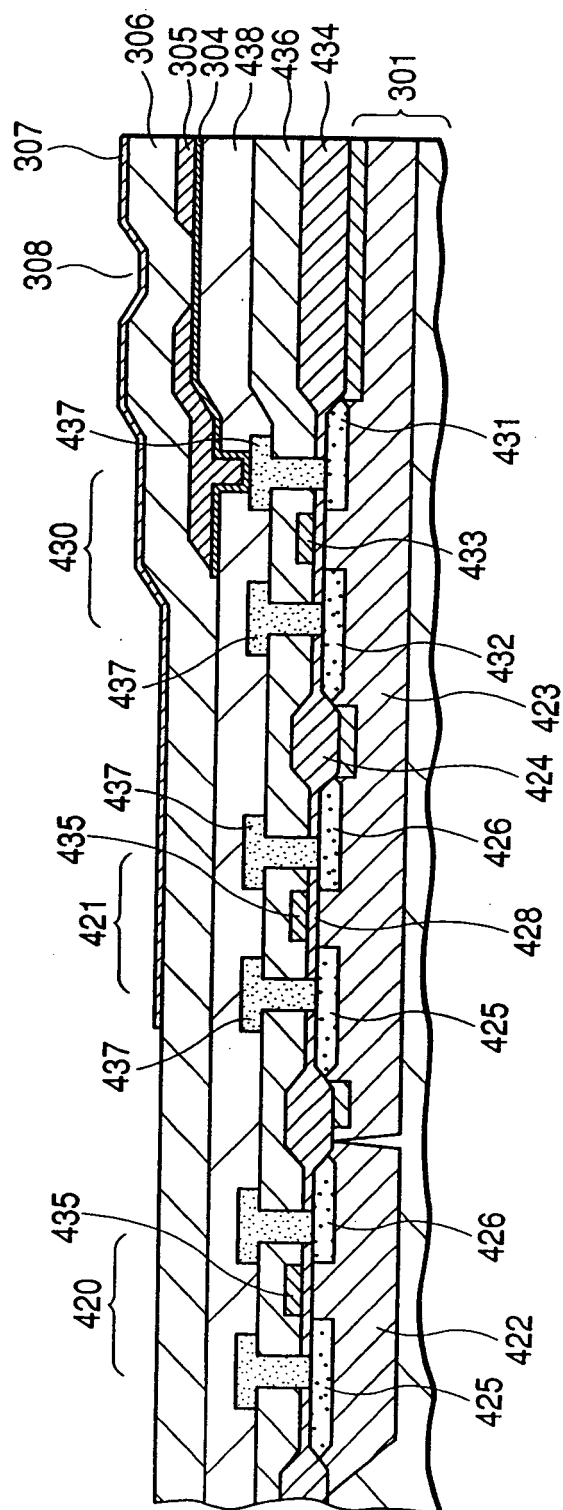


FIG. 4

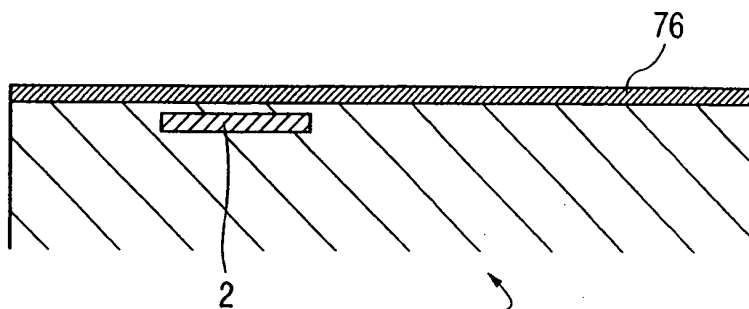


**FIG. 5**

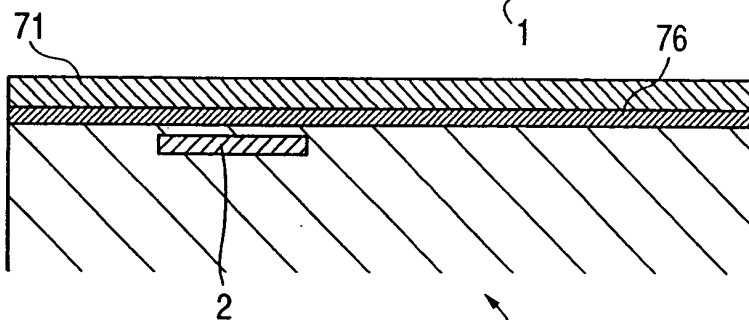




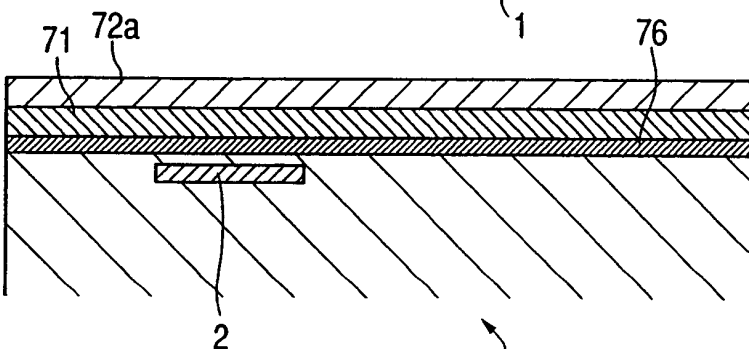
**FIG. 6A**



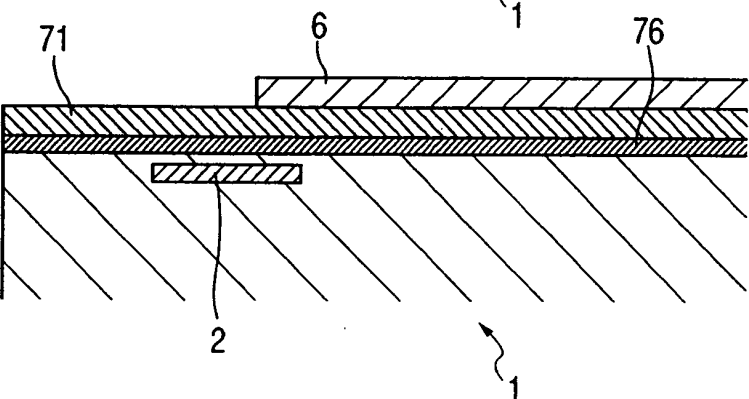
**FIG. 6B**



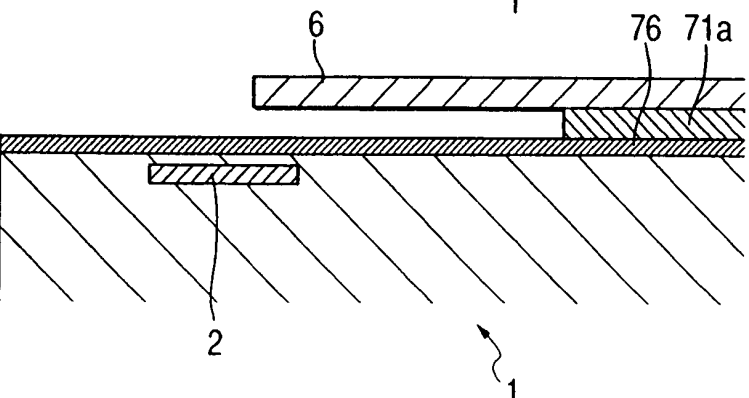
**FIG. 6C**



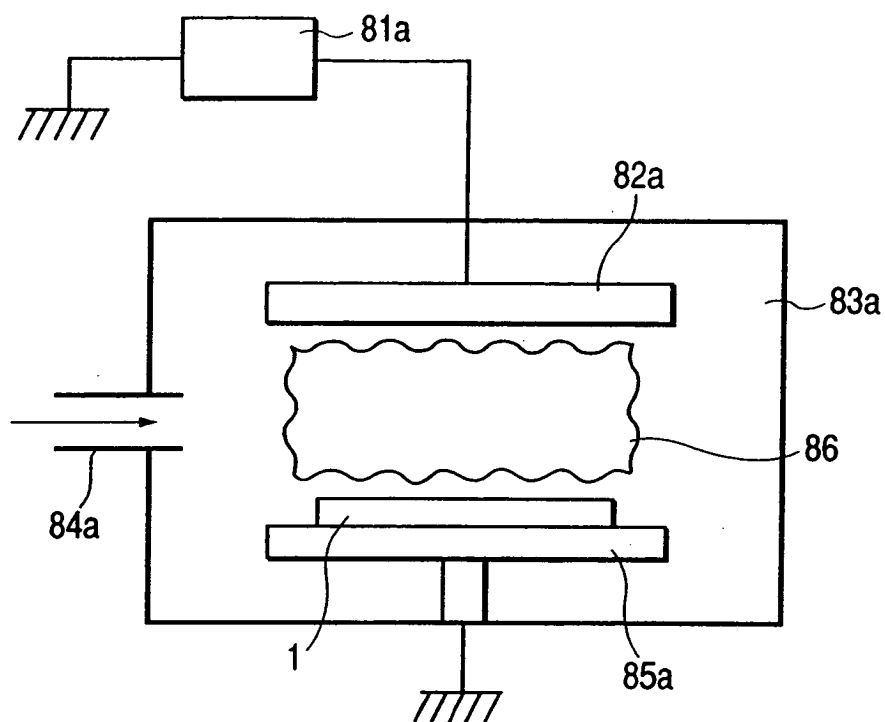
**FIG. 6D**



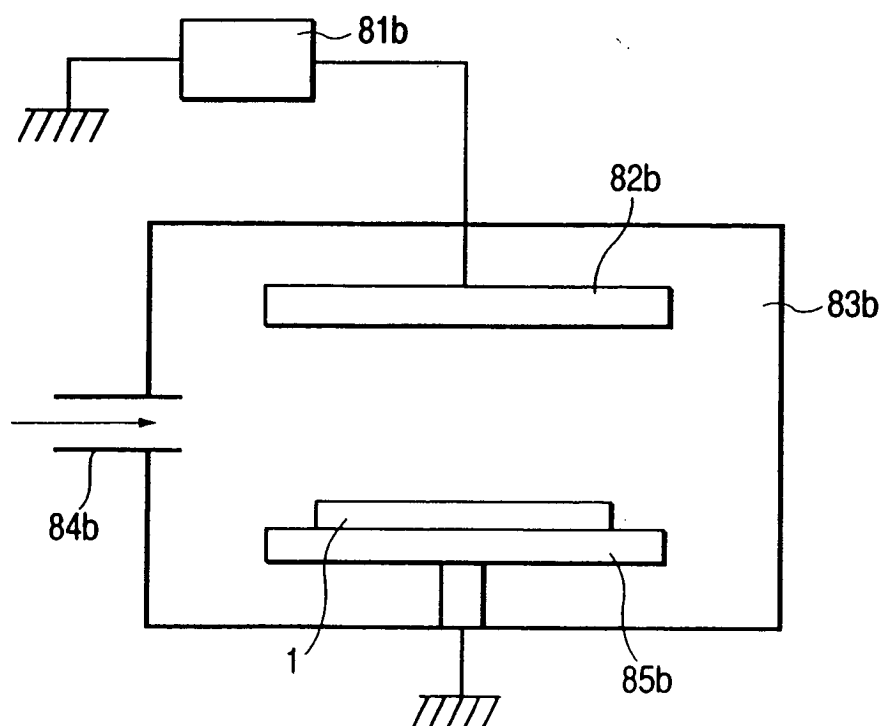
**FIG. 6E**



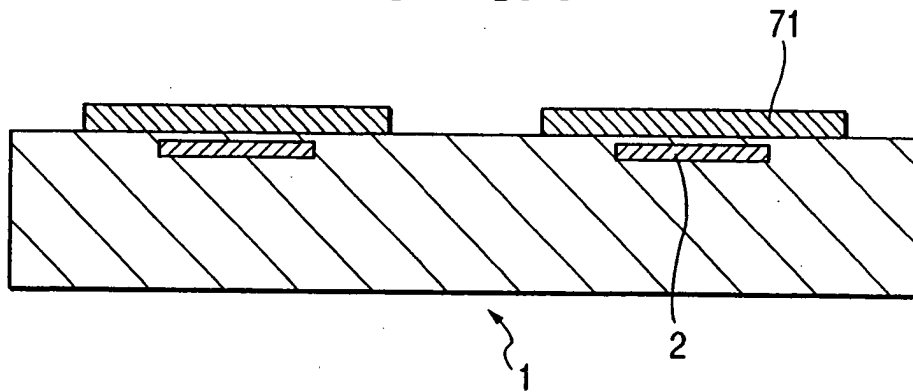
**FIG. 7**



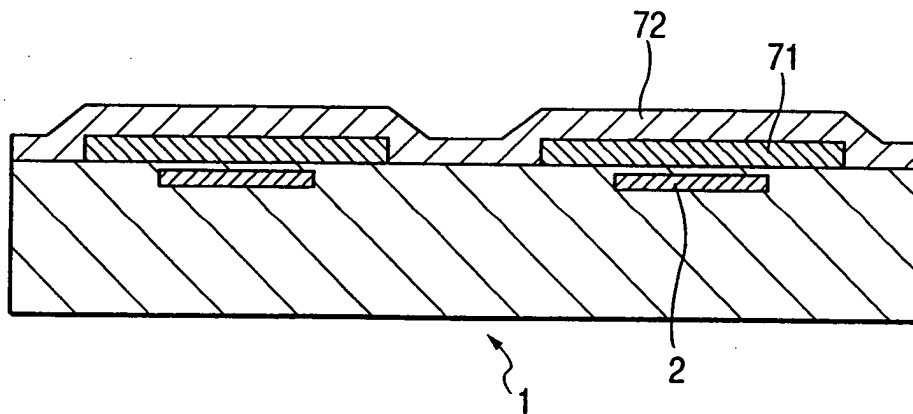
**FIG. 8**



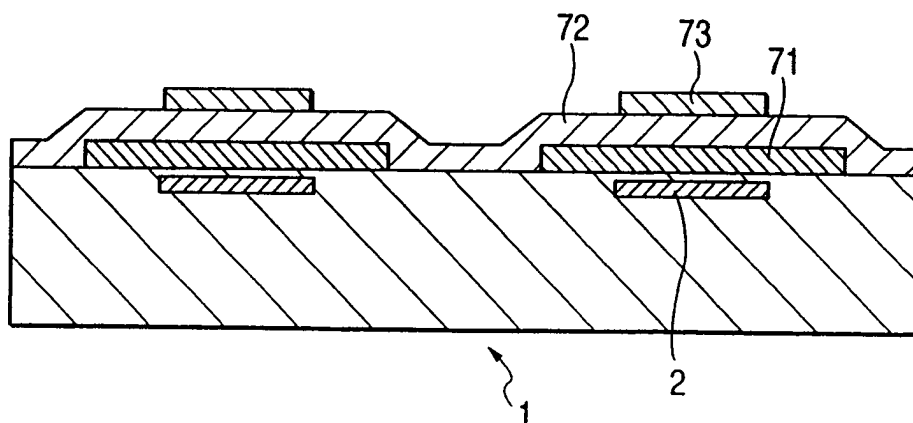
**FIG. 9A**



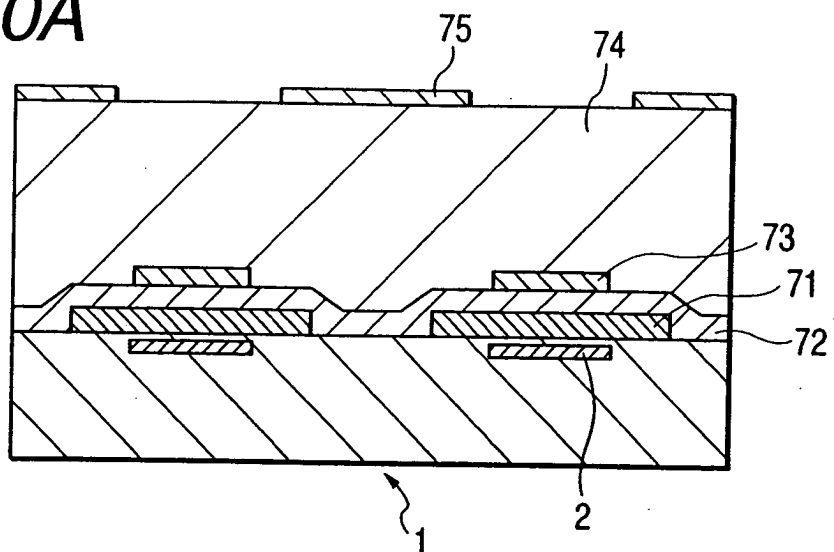
**FIG. 9B**



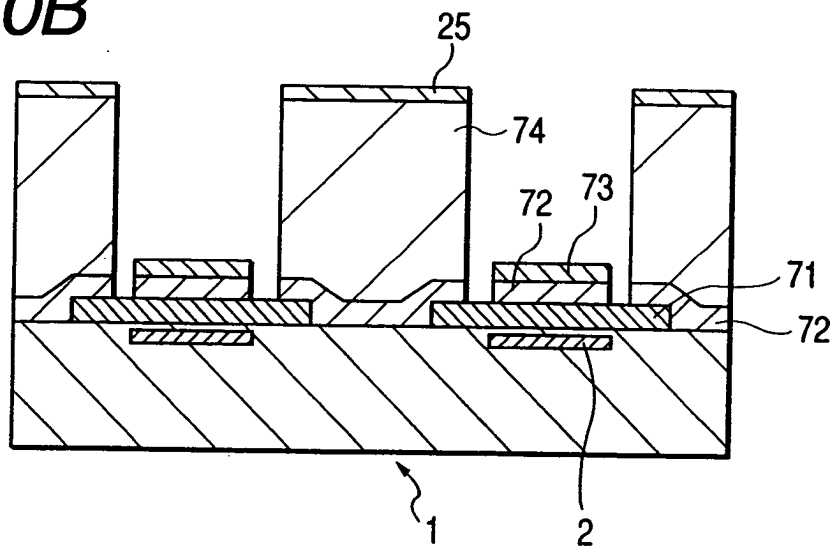
**FIG. 9C**



**FIG. 10A**



**FIG. 10B**



**FIG. 10C**

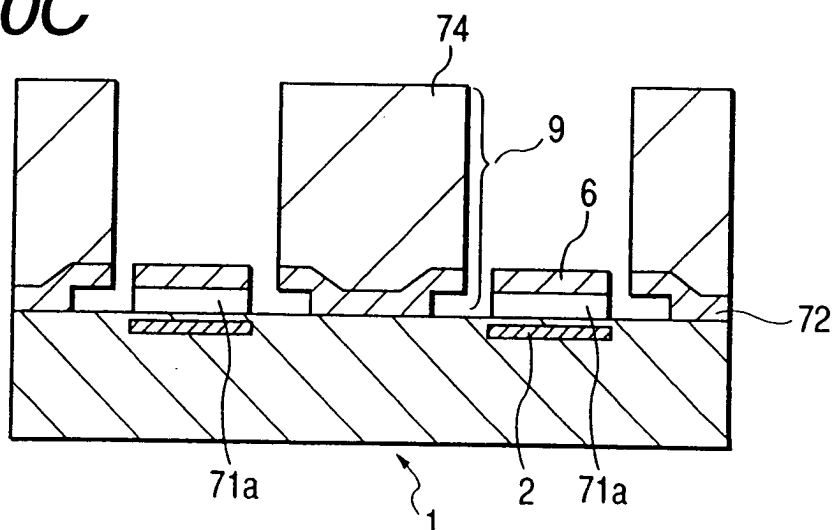


FIG. 11

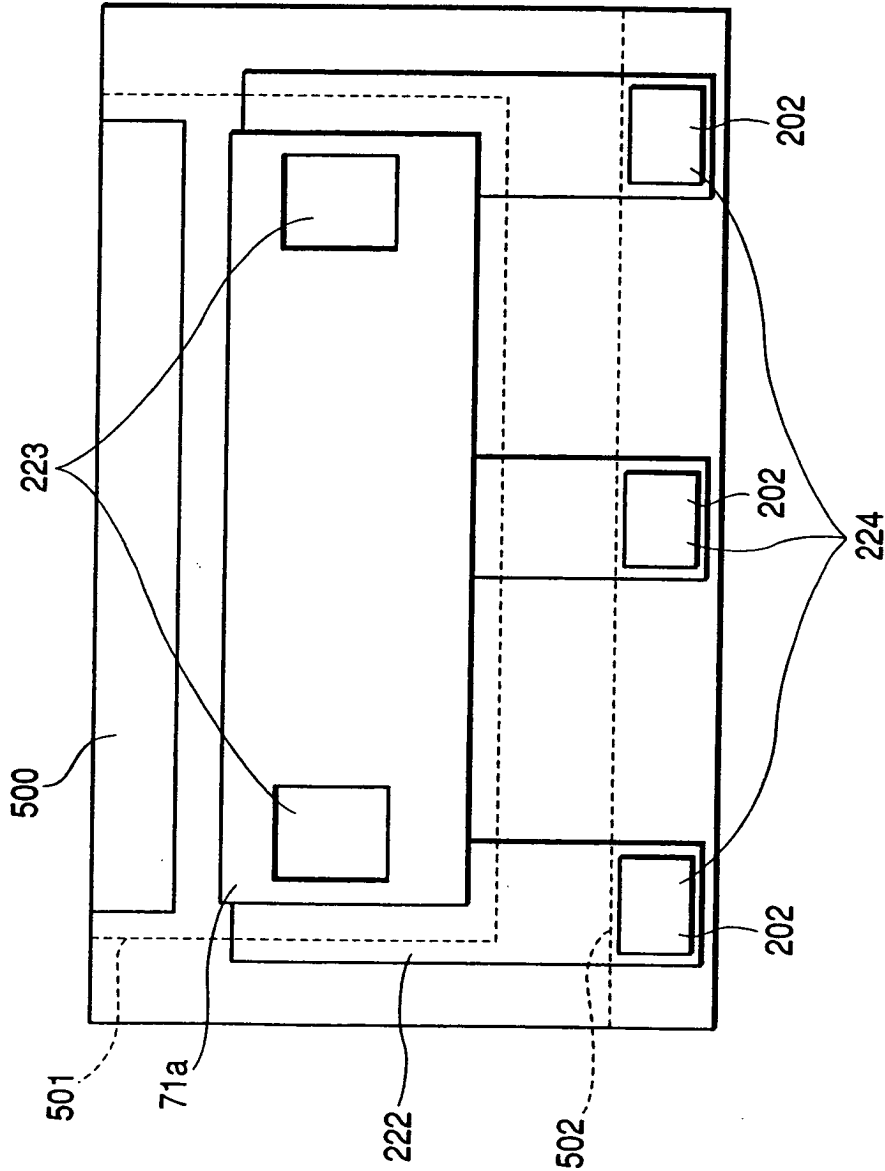
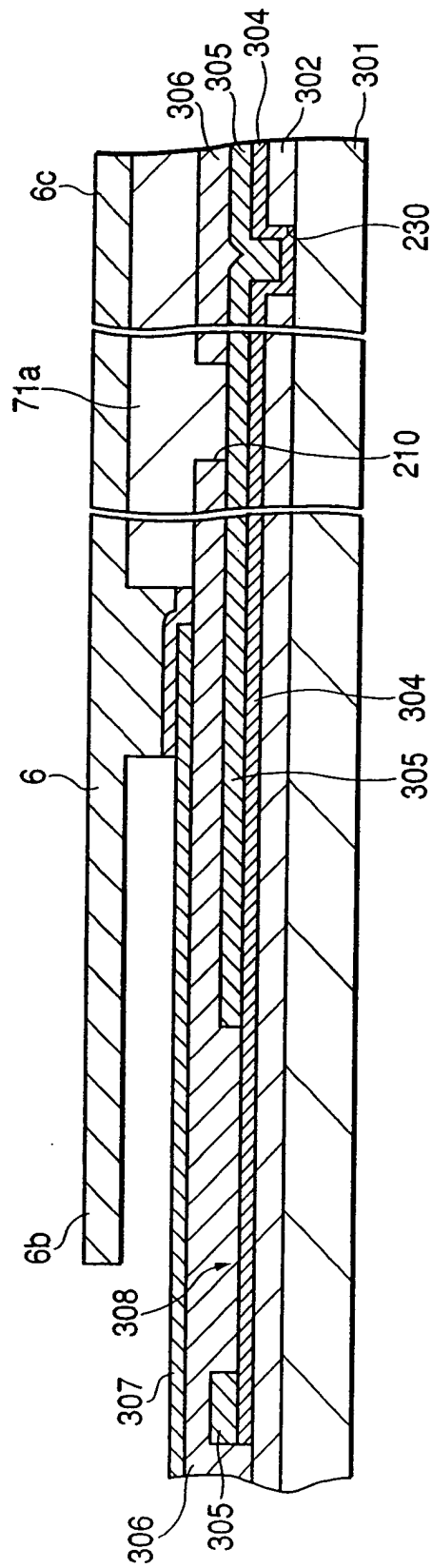
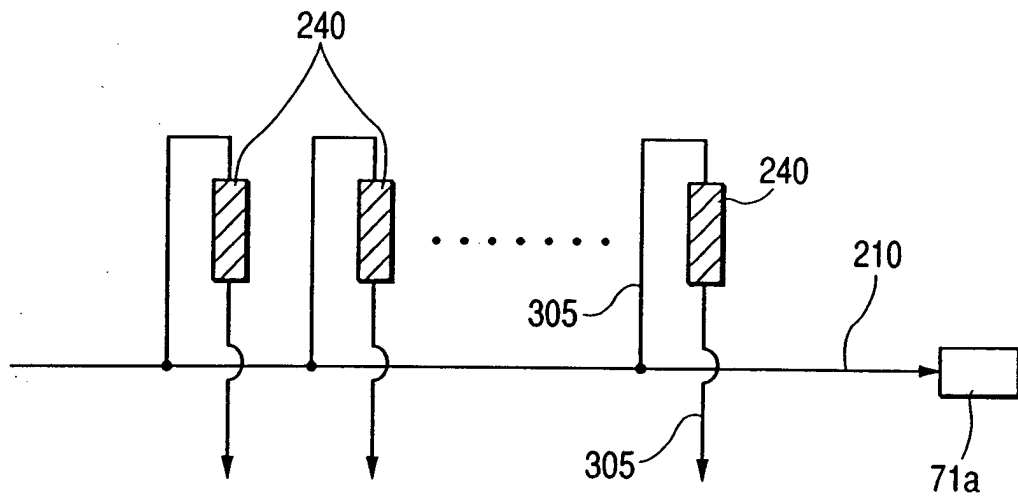




FIG. 12



**FIG. 13**



**FIG. 14**

