



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 18 191 T2** 2005.08.18

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 258 353 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 18 191.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP99/07288**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 961 375.5**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 01/047714**

(86) PCT-Anmeldetag: **24.12.1999**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **05.07.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **20.11.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **16.06.2004**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.08.2005**

(51) Int Cl.⁷: **B41J 2/045**

B41J 2/16, H01L 21/302

(73) Patentinhaber:

**Fuji Photo Film Co., Ltd., Minami-Ashigara,
Kanagawa, JP**

(74) Vertreter:

**Mitscherlich & Partner, Patent- und
Rechtsanwälte, 80331 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(72) Erfinder:

**KOIKE, Shuji, Setagaya-ku, JP; SAKAMOTO,
Yoshiaki, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588, JP;
SHINGAI, Tomohisa, Kawasaki-shi, Kanagawa
211-8588, JP; OTANI, Seigen, Kawasaki-shi,
Kanagawa 211-8588, JP; OSADA, Toshihiko,
Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8588, JP**

(54) Bezeichnung: **TINTENSTRAHLDRUCKKOPF UND HERSTELLUNGSVERFAHREN**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Tintenstrahldruckkopf, insbesondere einen Tintenstrahlkopf, der durch Anwendung einer Dünnschicht-Abstecheidungstechnik, wie z. B. Ionenfräsen, kompakt geformt ist.

[0002] Bisher wurde häufig ein Drahtdruckkopf als Druckkopf verwendet. Der Drahtdruckkopf führt das Drucken aus, indem er Drähte magnetisch steuert und gegen eine Walze drückt, wobei sich zwischen den Drähten und der Walze ein Blatt Papier oder ein Farbband befindet. Der Drahtdruckkopf hat jedoch viele Nachteile, wie z. B. einen hohen Stromverbrauch, Geräuschentwicklung und niedrige Auflösung, wodurch er als Druckvorrichtung viel zu wünschen übrig lässt.

[0003] Daher wurde ein Drucker mit einem Tintenstrahl Druckkopf, der mit piezoelektrischen Elementen oder durch Wärme erzeugten Luftblasen arbeitet, entwickelt. Der Tintenstrahl Druckkopf, der bei geringem Stromverbrauch geräuschlos arbeitet und eine hohe Auflösung erreicht, wird heute als Druckvorrichtung bevorzugt.

[0004] Der Tintenstrahl Druckkopf umfasst im Wesentlichen Düsen, Tintenkammern, ein Tintenzuführungssystem, einen Tintenbehälter und ein druckerzeugendes Element. Bei einem Drucker mit Tintenstrahl Druckkopf wird die im druckerzeugenden Element hervorgerufene Verdrängung zu den Tintenkammern als Druck übertragen, so dass aus den Düsen Tintenpartikel gesprüht werden und somit auf einem Aufzeichnungsmedium, wie z. B. einem Blatt Papier, Zeichen oder Bilder aufgezeichnet werden.

[0005] Gemäß dem herkömmlichen Verfahren wird als druckerzeugendes Element ein dünnes piezoelektrisches Element an einer Seite der Außenwand einer Tintenkammer angebracht. Durch Anlegen einer impulsförmigen Spannung an das piezoelektrische Element wird ein Plättchen bewegt, das sich aus dem piezoelektrischen Element und der Außenwand der Tintenkammer zusammensetzt. Die durch diese Bewegung bewirkte Verdrängung erzeugt einen Druck, der auf die Tintenkammer übertragen wird, so dass Tinte versprüht wird.

[0006] [Fig. 1](#) zeigt in schematischer Darstellung einen Tintenstrahl Druckkopf **10** und diesen umgebende Teile eines herkömmlichen Druckers **1**, und [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des Tintenstrahl Druckkopfs **10** in groben Umrissen.

[0007] In [Fig. 1](#) ist der Tintenstrahl Druckkopf **10** an der Unterseite eines Wagens **2** angebracht. Der Tintenstrahl Druckkopf **10** ist zwischen einer Zuführwalze **3** und einer Auswerfwalze **4** so angeordnet, dass er

einer Auflageplatte **5** zugewandt ist. Der Wagen **2** umfasst einen Tintenbehälter **6** und ist senkrecht zur Bildebene von [Fig. 1](#) bewegbar. Zwischen einer Andruckwalze **8** und der Zuführwalze **3** und zwischen einer Andruckwalze **9** und der Auswerfwalze **4** ist ein Blatt Papier **7** eingeklemmt, so dass dieses in Richtung des Pfeils A transportiert werden kann. Durch Steuerung des Tintenstrahl Druckkopfs **10** und Bewegen des Wagens **2** senkrecht zur Bildebene, führt der Tintenstrahl Druckkopf **10** das Drucken auf dem Blatt Papier **7** aus. Das bedruckte Blatt Papier **7** gelangt in eine Ablage **20**.

[0008] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, umfasst der Tintenstrahl Druckkopf **10** piezoelektrische Elemente **11**, auf den piezoelektrischen Elementen **11** gebildete Einzelelektroden **12**, eine Düsenplatte **14** mit darin gebildeten Düsen **13**, Tintenkammerwände **17** aus Metall oder Kunststoff, die zusammen mit der Düsenplatte **14** Tintenkammern **15** bilden, die entsprechend den Düsen **13** angeordnet sind, sowie eine Membran **16**.

[0009] Die Düsen **13** und die Membran **16** sind den Tintenkammern **15** zugewandt. Der Rand der Tintenkammern **15** und der entsprechende Rand der Membran **16** sind fest miteinander verbunden, und die piezoelektrischen Elemente **11** bewirken, dass die zugehörigen Teile der Membran **16** durchgebogen werden, wie durch die gestrichelte Linie in [Fig. 2](#) angegeben. An die piezoelektrischen Elemente **11** werden Spannungen angelegt, indem vom Hauptkörper des Druckers über eine in der Zeichnung nicht gezeigte gedruckte Schaltung elektrische Signale zu den einzelnen piezoelektrischen Elementen **11** geleitet werden. Die piezoelektrischen Elemente **11**, an die die Spannungen angelegt werden, dehnen sich aus oder ziehen sich zusammen, wodurch in den entsprechenden Tintenkammern **15** ein Druck erzeugt wird, durch den Tinte versprüht wird.

[0010] Die piezoelektrischen Elemente **11** werden auf dem oben beschrieben und in [Fig. 2](#) gezeigten herkömmlichen Tintenstrahl Druckkopf **10** gebildet, indem plattenförmige piezoelektrische Elemente an Positionen, die den Tintenkammern **15** entsprechen, angebracht werden oder indem zuerst ein piezoelektrisches Element über den Tintenkammern **15** angebracht und dann das piezoelektrische Element entsprechend den Tintenkammern **15** unterteilt wird.

[0011] Wenn ein dünnes (weniger als 50 µm) piezoelektrisches Element für den auf diese Weise hergestellten herkömmlichen Tintenstrahl Druckkopf **10** verwendet wird, um diesen zu verkleinern, dann bewirkt eine ungleichmäßige Dicke des für die Befestigung verwendeten Klebstoffs Abweichungen in der Bewegung der piezoelektrischen Elemente, wodurch sich die Qualität des Tintenkopfs verschlechtert. Ein weiteres Problem dieses piezoelektrischen Elements besteht darin, dass sich in ihm bei seiner Befestigung

ein Riss bildet. Herkömmliche Tintenstrahldruckköpfe sind z. B. in JP-A-10 128 973, EP-A-786 345, JP-A-0 613 357 und JP-A-5 109 668 beschrieben.

[0012] Einige Erfinder der vorliegenden Erfindung haben zusammen mit einem weiteren Erfinder ein Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahldruckkopfs vorgeschlagen, bei dem eine Dünnschicht-Abscheidungstechnik angewandt wird, um den oben beschriebenen Nachteil zu beseitigen. Dieses Verfahren lässt sich jedoch noch verbessern.

[0013] Die Hauptaufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen hochpräzisen, verkleinerten und unter geringen Kosten herstellbaren Tintenstrahldruckkopf zu schaffen, sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung, bei dem weitere Verbesserungen an einem unter Anwendung einer Dünnschicht-Abscheidungstechnik erzeugten Tintenstrahldruckkopf vorgenommen werden.

[0014] Diese Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird gelöst durch einen Tintenstrahldruckkopf, bei dem unter Anwendung einer Dünnschicht-Abscheidungstechnik auf einer auf einem Substrat gebildeten Elektrodenschicht eine piezoelektrische Schicht und durch gleichzeitiges Ätzen der Elektrodenschicht und der piezoelektrischen Schicht mittels eines Ionenfräsverfahrens ein energieerzeugendes Element zur Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß gebildet wird, wobei der Tintenstrahldruckkopf einen winzigen Staubaufnahmeabschnitt umfasst, auf dem sich gemischter feiner Staub ablagert, der mindestens denjenigen, der durch das Ionenfräsverfahren von der Elektrodenschicht und piezoelektrischen Schicht weggeätzt wird, umfasst, wobei der winzige Staubaufnahmeabschnitt in der Nähe des energieerzeugenden Elements angeordnet ist.

[0015] Bei der vorliegenden Erfindung kann ein einstückiges energieerzeugendes Element erzeugt werden, da die Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht gleichzeitig durch Ionenfräsen geätzt werden.

[0016] Ferner kann beim Ätzen mittels Ionenfräsen eine große Fläche bearbeitet werden, wobei die Ätzanisotropie senkrecht zur bearbeitenden Fläche hoch ist. Daher kann die Form des energieerzeugenden Elements frei gewählt werden, wobei sich an seinen geätzten Teilen keine Schrägen bilden, diese also vertikal verlaufen.

[0017] Der durch das Ionenfräsen entstehende gemischte feine Staub lagert sich auf dem Staubaufnahmeabschnitt ab. Dadurch wird verhindert, dass dieser Staub am energieerzeugenden Element haftet.

[0018] Der gemischte feine Staub, der sich auf dem

winzigen Staubaufnahmeabschnitt abgelagert, kann durch die physikalische Kraft einer Flüssigkeit oder eines Gases, die bzw. das unter Druck steht, einfach entfernt werden. Daher kann das Entfernen in kurzer Zeit und unter geringen Kosten ausgeführt werden. Somit kann unter geringen Kosten ein verkleinerter Tintenstrahldruckkopf, der sehr präzise und zuverlässig arbeitet, geschaffen werden.

[0019] Der winzige Staubaufnahmeabschnitt kann als inselähnliches Element gebildet werden, das in einem Abstand von 300 µm oder weniger von einem Ende des energieerzeugenden Elements angeordnet ist.

[0020] Wenn ein Raum vorhanden ist, der einen Abstand von mehr als 300 µm vom Ende des energieerzeugenden Elements umfasst, lagert sich aufgrund der Anbringung des inselähnlichen Elements in einem Abstand von 300 µm oder weniger von einem Ende des energieerzeugenden Elements der gemischte feine Staub auf dem inselähnlichen Element ab. Dadurch wird verhindert, dass dieser Staub am energieerzeugenden Element haftet.

[0021] Das inselähnliche Element kann als zusätzlicher Rahmenkörper zur Verstärkung des Tintenstrahldruckkopfs gebildet werden. Der zusätzliche Rahmenkörper dient nicht nur der Verstärkung des Tintenstrahldruckkopfs, sondern verhindert auch, dass der gemischte feine Staub am energieerzeugenden Element haftet.

[0022] Das inselähnliche Element bzw. der zusätzliche Rahmenkörper kann beim Ionenfräsen der Elektrodenschicht und piezoelektrischen Schicht gebildet werden. Dies kann einfach dadurch erfolgen, dass das Photoresistmuster, das für die Bildung des energieerzeugenden Elements verwendet wird, so geändert wird, dass das inselähnliche Element bzw. der zusätzliche Rahmenkörper erhalten bleibt.

[0023] Der winzige Staubaufnahmeabschnitt kann als ringförmige Rille gebildet werden, die um das energieerzeugende Element herum verläuft, so dass darin das energieerzeugende Element gebildet wird.

[0024] Durch das Vorhandensein der ringförmigen Rille lagert sich der gemischte feine Staub auf einer äußeren Wandfläche innerhalb der Rille ab. Die Breite der Rille beträgt vorzugsweise 300 µm oder weniger.

[0025] Die Rille kann beim Ionenfräsen der Elektrodenschicht und piezoelektrischen Schicht gebildet werden. Dies kann einfach dadurch erfolgen, dass das Photoresistmuster, das für die Bildung des energieerzeugenden Elements verwendet wird, geändert wird.

[0026] Die obige Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird außerdem gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahldruckkopfs, mit den Schritten

- Bildung einer piezoelektrischen Schicht auf einer auf einem Substrat gebildeten Elektroden-schicht unter Anwendung einer Dünnschichttech-nik,
- Bildung eines energieerzeugenden Elements zur Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß durch gleichzeitiges Ätzen der Elektroden-schicht und der piezoelektrischen Schicht mittels eines Ionenfräsverfahrens und Bildung eines winzigen Staubaufnahmeabschnitts, auf dem sich ge-mischter feiner Staub ablagert, der mindestens denjenigen, der durch das Ionenfräsverfahren von der Elektroden-schicht und piezoelektrischen Schicht weggeätzt wird, umfasst, wobei der winzi-ge Staubaufnahmeabschnitt in der Nähe des en-ergieerzeugenden Elements angeordnet wird, und
- Entfernen des feinen Staubs, der sich auf dem winzigen Staubaufnahmeabschnitt abgelagert hat.

[0027] Durch Ionenfräsen kann das energieerzeu-gende Element durch gleichzeitiges Ätzen der Elek-troden-schicht und piezoelektrischen Schicht und der winzige Staubaufnahmeabschnitt gleichzeitig mit dem energieerzeugenden Element gebildet werden. Der feine Staub lagert sich auf dem winzigen Staub-aufnahmeabschnitt ab. Daher kann der Tintenstrahl-druckkopf hergestellt werden, ohne dass feiner Staub am energieerzeugenden Element haftet. Der ge-mischte feine Staub, der am Staubaufnahmeab-schnitt haftet, kann in dem sich anschließenden Ent-fernungsschritt auf einfache Weise entfernt werden.

[0028] Der Staubaufnahmeabschnitt kann durch Änderung des Photoresistmusters gleichzeitig mit dem energieerzeugenden Element gebildet werden. Dies lässt sich einfach dadurch erreichen, dass am Photoresistmuster eine kleine Änderung vorgenom-men wird.

[0029] Bei dem winzigen Staubaufnahmeabschnitt kann es sich um ein inselähnliches Element handeln, das in einem Abstand von 300 µm oder weniger von einem Ende des energieerzeugenden Elements an-geordnet wird.

[0030] Bei dem winzigen Staubaufnahmeabschnitt kann es sich um eine ringförmige Rille handeln, die zur Bildung des energieerzeugenden Elements vor-gesehen ist, wobei die Breite der Rille 300 µm oder weniger beträgt.

[0031] Bei dem Schritt des Entferns des gemisch-ten feinen Staubs kann es um das physikalische Ent-fernen des gemischten feinen Staubs durch Verwen-

dung einer Flüssigkeit oder eines Gases, die bzw. das unter Druck steht, handeln. Der gemischte feine Staub kann mit einfacher Ausrüstung entfernt wer-den, wodurch sich die Herstellungskosten verringern lassen.

[0032] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfin-dung besteht darin, einen Drucker zu schaffen, der mit dem oben beschriebenen Tintenstrahldruckkopf ausgestattet ist. Da dieser verkleinerte, höchst zuver-lässige und unter geringen Kosten hergestellte Tin-tenstrahldruckkopf verwendet wird, lassen sich auch die Kosten für den Drucker senken.

[0033] [Fig. 1](#) zeigt in schematischer Darstellung ei-nen Tintenstrahldruckkopf und diesen umgebende Teile eines herkömmlichen Druckers,

[0034] [Fig. 2](#) zeigt eine perspektivische Ansicht des Tintenstrahldruckkopfs von [Fig. 1](#) in groben Umrissen,

[0035] [Fig. 3\(A\)](#) bis [Fig. 3\(H\)](#) zeigen in schemati-scher Darstellung ein Herstellungsverfahren für ei-nen Tintenstrahldruckkopf, der von einigen Erfindern der vorliegenden Erfindung und einem weiteren Er-finder erfunden wurde,

[0036] [Fig. 4](#) zeigt in schematischer Darstellung ei-nen Tintenstrahldruckkopf mit einer mit einem Ver-stärkungselement versehenen Membran, der zuerst von den Erfindern erfunden wurde,

[0037] [Fig. 5](#) zeigt in schematischer Darstellung die typischen "Zäune", die sich um die energieerzeugen-den Elemente herum bilden,

[0038] [Fig. 6\(A\)](#) bis [Fig. 6\(D\)](#) zeigen in schemati-scher Darstellung Anordnungen von Inselementen in Bezug auf energieerzeugende Elemente,

[0039] [Fig. 7](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer ersten Ausfüh-rung der vorliegenden Erfindung,

[0040] [Fig. 8](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer zweiten Ausfüh-rung der vorliegenden Erfindung,

[0041] [Fig. 9](#) zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer dritten Ausfüh-rung der vorliegenden Erfindung,

[0042] [Fig. 10\(A\)](#) und [Fig. 10\(B\)](#) zeigen in schema-tischer Darstellung eine Anordnung energieerzeu-gender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs ge-mäß einer vierten Ausführung,

[0043] [Fig. 11\(A\)](#) und [Fig. 11\(B\)](#) zeigen in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer fünften Ausführung,

[0044] [Fig. 12\(A\)](#) und [Fig. 12\(B\)](#) zeigen in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer sechsten Ausführung,

[0045] [Fig. 13\(A\)](#) und [Fig. 13\(B\)](#) zeigen in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer siebten Ausführung,

[0046] [Fig. 14](#) zeigt in groben Umrissen eine perspektivische Ansicht eines Tintenstrahldruckkopfs gemäß einer achten Ausführung,

[0047] [Fig. 15\(A\)](#) bis [Fig. 15\(K\)](#) zeigen in schematischer Darstellung ein Herstellungsverfahren für den in [Fig. 14](#) gezeigten Tintenstrahldruckkopf und

[0048] [Fig. 16](#) zeigt in schematischer Seitenansicht einen Drucker, der den in [Fig. 14](#) gezeigten Tintenstrahldruckkopf aufweist.

[0049] Die vorliegende Erfindung betrifft die Verbesserung des unter Anwendung der Dünnschicht-Abscheidungstechnik hergestellten Tintenstrahldruckkopfs, der von den Erfindern, zu denen einige Erfinder der vorliegenden Erfindung gehören, zuerst vorgeschlagen wurde. Zur Erleichterung des Verständnisses der vorliegenden Erfindung werden zuerst der von den Erfindern vorgeschlagene Tintenstrahldruckkopf sowie an dieser Erfindung vorzunehmende Verbesserungen beschrieben. Die detaillierte Beschreibung der vorliegenden Erfindung erfolgt erst danach.

[0050] Im Bemühen, einen Tintenstrahldruckkopf auf völlig neuartige Weise zu verkleinern, gelangten die Erfinder nach intensiven Studien zu einem unter Anwendung einer Dünnschicht-Abscheidungstechnik hergestellten Tintenstrahldruckkopf. Für diesen Tintenstrahldruckkopf wurde ein Patent angemeldet (japanische Patentanmeldung Nr. 10-297919). Diese Erfindung wird hier kurz beschrieben. [Fig. 3](#) zeigt in schematischer Darstellung ein Herstellungsverfahren für einen Tintenstrahldruckkopf **30**, der zuvor von den Erfindern erfunden wurde.

[0051] Der Tintenstrahldruckkopf **30** wird in den in [Fig. 3\(A\)](#) bis [Fig. 3\(H\)](#) gezeigten Schritten hergestellt. Durch Besputtern eines Magnesiumoxidsubstrats **40** mit einer Platinschicht wird eine Elektroden-schicht **31** gebildet. Die Elektroden-schicht **31** weist ein Muster auf und ist so unterteilt, dass eine individualisierte Elektroden-schicht (im Folgenden bezeichnet als Einzelelektroden) **38** entsteht ([Fig. 3\(A\)](#) und [Fig. 3\(B\)](#)). Darauf wird durch Sputtern eine piezoe-

lektrische Schicht **32** gebildet ([Fig. 3\(C\)](#)). Die piezoelektrische Schicht **32** weist ein Muster auf und ist so unterteilt, dass sie den Einzelelektroden **38** entspricht. Dadurch werden energieerzeugende Elemente **37** gebildet, die sich aus Laminaten aus individualisierten piezoelektrischen Schichten (im Folgenden bezeichnet als piezoelektrische Elemente) **33** und den Einzelelektroden **38** zusammensetzen und der Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß dienen ([Fig. 3\(D\)](#)). Als nächstes wird auf dem Magnesiumoxidsubstrat **40** eine Polyimidschicht **41** aufgebracht, um eine ebene Fläche zu bilden ([Fig. 3\(E\)](#)). Dann wird diese Fläche mit Chrom besputtert, wodurch eine Membran **34**, bei der sich um eine Chromspatterschicht handelt, gebildet wird ([Fig. 3\(F\)](#)). Dann wird auf der Membran **34** eine Trockenschicht **42** aufgebracht, und Belichtung und Entwicklung werden ausgeführt unter Verwendung einer Maske auf der Trockenschicht **42** an Positionen, die den energieerzeugenden Elementen **37** entsprechen, so dass Druckkammern **35** entstehen ([Fig. 3\(G\)](#)). Schließlich wird das Magnesiumoxidsubstrat **40** durch Ätzen entfernt. Dadurch wird der obere Teil **30A** des Tintenstrahldruckkopfs **30** gebildet. Mit dem oberen Teil **30A** wird ein unterer Teil **30B** verbunden, der die unteren hohlen Abschnitte der Druckkammern **35** sowie eine Düsenplatte **44** mit Düsen an den Stellen, wo sich die Druckkammern **35** befinden, aufweist, wodurch der Tintenstrahldruckkopf gebildet wird ([Fig. 3\(H\)](#)).

[0052] Die Erfinder des oben beschriebenen Tintenstrahldruckkopfs **30** machten außerdem die Erfindung, die Membran **34** mit einem Verstärkungselement **39** zu versehen, wie z. B. in

[0053] [Fig. 4](#) gezeigt, um zu verhindern, dass sich in der Membran **34** Risse bilden. Hierfür wurde ebenfalls ein Patent angemeldet (japanische Patentanmeldung Nr. 10-371033).

[0054] Die Technik der Herstellung eines Tintenstrahldruckkopfs unter Anwendung der Dünnschicht-Abscheidungstechnik ist jedoch neu, und der oben beschriebene Tintenstrahldruckkopf **30** lässt sich immer noch verbessern.

[0055] D. h. bei dem in [Fig. 3](#) gezeigten Herstellungsverfahren wird durch Besputtern des Substrats **40** die Platinschicht **31** gebildet, und die Einzelelektroden **38** werden durch Unterteilung der Platinschicht **31** gebildet ([Fig. 3\(A\)](#), [Fig. 3\(B\)](#)). Die piezoelektrische Schicht **32** wird auf dem gesamten Laminat von [Fig. 3\(B\)](#) durch Sputtern aufgebracht ([Fig. 3\(C\)](#)), und durch Nassätzen in die piezoelektrischen Elemente **33** unterteilt, wodurch die energieerzeugenden Elemente **37**, bei denen es sich um Laminaten aus den Einzelelektroden **38** und den piezoelektrischen Elementen **33** handelt, gebildet werden ([Fig. 3\(D\)](#)). Daher wird die Musterbildung zweimal ausgeführt, und zur

Bildung der energieerzeugenden Elemente **37** müssen die Einzelelektroden **38** und die piezoelektrischen Elemente **33** genau übereinander positioniert werden.

[0056] Da zur Musterbildung Nassätzen angewandt wird, wird das Ätzen isotropisch ausgeführt, so dass sich um die piezoelektrischen Elemente **33** herum außerdem schräge keilförmige Teile bilden. Diese keilförmigen Teile umgeben die piezoelektrischen Elemente **33**, die die Einzelelektroden **38** (oberen Elektroden) und die Membran **34** (untere Elektrode) berühren, um eine Verdrängung zu bewirken, und werden zu nicht verdrängenden Teilen, an die keine Spannung angelegt wird. Dadurch wird die Bewegung der piezoelektrischen Elemente **33** eingeschränkt.

[0057] Die Erfinder stellten fest, dass durch Musterbildung mittels Ionenfräsen an den beiden oben beschriebenen Musterbildungsvorgängen, der Positionierung der Einzelelektroden **38** und der piezoelektrischen Elemente **33** sowie den die piezoelektrischen Elemente **33** umgebenden keilförmigen Teile Verbesserungen vorgenommen werden können.

[0058] Ionenfräsen weist eine hohe Ätzanisotropie auf, so dass die Elektrodenschicht **31** und die piezoelektrische Schicht **32** gleichzeitig bearbeitet werden können. Daher werden die Elektrodenschicht **31** und die piezoelektrische Schicht **32** nacheinander auf dem Substrat **40** gebildet und danach diese überliegenden Schichten **31**, **32** durch Ionenfräsen gleichzeitig geätzt. Dadurch können die energieerzeugenden Elemente **37**, die sich aus den Einzelelektroden **38** und den piezoelektrischen Elementen **33** zusammensetzen, in einem einzigen Musterbildungsvorgang gebildet werden und Positionierungsfehler beseitigt werden. Somit lassen sich die energieerzeugenden Elemente **37** mit hoher Genauigkeit erzeugen.

[0059] Bei der Anwendung des Ionenfräsens lagert sich jedoch feiner Staub, der von der Elektrodenschicht **31**, der piezoelektrischen Schicht **32** und dem Substrat **40**, falls auch an diesem Ionenfräsen vorgenommen wird, weggeätzt wurde, ab und wird hart, so dass wandförmige Ablagerungen (im Folgenden als Zäune bezeichnet) entstehen.

[0060] [Fig. 5](#) zeigt die typischen Zäune F, die sich um die energieerzeugenden Elemente **37** herum bilden. Bei der Bearbeitung durch Ionenfräsen wird auf Schichtabschnitte, die geschützt werden sollen, ein Resist R angebracht, so dass unerwünschte Abschnitte, wenn auf diese mit hoher Geschwindigkeit ein Argongas aufprallt, entfernt werden. Die dadurch erhaltenen und unterteilten Abschnitte werden später zu einem energieerzeugenden Teil, der bewirkt, dass aus dem Tintenstrahl Druckkopf Tinte herausgesprüht

wird. Wie oben beschrieben, sind diese Abschnitt Laminate aus den Einzelelektroden **38** und piezoelektrischen Elementen **33**, die in dieser Schrift als energieerzeugende Elemente **37** bezeichnet werden.

[0061] Wenn das Ionenfräsen ausgeführt wird, wobei auf dem auf dem Substrat **40** gebildeten Laminat aus Elektrodenschicht **31** und piezoelektrischer Schicht **32** das erforderliche Resist R angebracht ist, wird die Mischung aus feinem Staub, der von der Elektrodenschicht **31**, der piezoelektrischen Schicht **32** und dem Substrat **40** weggeätzt wird, hart und bildet die Zäune F. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, entstehen die Zäune hauptsächlich an den Stirnseiten, wo sie haften bleiben.

[0062] [Fig. 5](#) zeigt den Zustand der Zäune F nach dem Ionenfräsen und der Entfernung des Resist R. Das Resist R befindet sich unmittelbar nach dem Ionenfräsen auf der Oberseite der geschützten Abschnitte. Bei vorhandenem Resist R, das durch eine gestrichelte Linie wiedergegeben ist, bietet auch dieses Haftflächen für die Zäune F, so dass diese schließlich überstehen.

[0063] Beim Ionenfräsen folgen, wie in [Fig. 3](#) beschrieben, ein Reihe weiterer Vorgänge, wie z. B. die Bildung der Polyimidschicht **41** als Isolierschicht und der Membran **34**, um den Tintenstrahl Druckkopf fertig zu stellen. Zur Bildung der Polyimidschicht **41** und der Membran **34** ist insbesondere Glätte erforderlich.

[0064] Daher sollten die Zäune F so weit wie möglich entfernt werden. Verfahren zur Entfernung einer Fremdschubstanz umfassen chemisch-mechanisches Polieren, Nassätzen und ein Verfahren, bei dem die Zäune F physikalisch entfernt werden, indem sie mit einem Gas oder einer Flüssigkeit besprüht werden und auf sie eine Kraft ausgeübt wird.

[0065] Von diesen entfernen das chemisch-mechanisches Polieren und das Nassätzen die Zäune F relativ sauber, erfordern aber viel Zeit, was zu höheren Herstellungskosten führt.

[0066] Das physikalische Verfahren, bei dem mit hohem Druck ein Gas oder eine Flüssigkeit auf die Zäune F gesprüht wird, so dass diese abgebrochen und gewaschen werden, kann dagegen in kurzer Zeit mit einfacher Ausrüstung und unter geringen Kosten ausgeführt werden. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, haften die Zäune F jedoch auch an den energieerzeugenden Elementen **37**. Durch das Wegbrechen der Zäune F werden daher auch die energieerzeugenden Elementen **37** beschädigt.

[0067] Im Folgenden wird die vorliegende Erfindung beschrieben, bei der die oben beschriebenen Aspekte verbessert sind.

[0068] Es folgt eine Beschreibung von Ausführungen, bei denen als Staubaufnahmeabschnitte winzige inselähnliche Elemente gebildet sind, die verhindern, dass sich an den energieerzeugenden Elementen, die als obere Elektroden und Spannungskörper dienende Einzelelektroden ausgebildet sind, die Zäune F bilden.

[0069] Die inselähnlichen Elemente sind in einem Abstand von 300 μm von den Enden der energieerzeugenden Elemente angeordnet. Durch die inselähnlichen Elemente bilden sich die Zäune F nicht an den energieerzeugenden Elementen, sondern an den inselähnlichen Elementen. Falls als Ergebnis des Ionenfräsens, bei dem die energieerzeugenden Elemente gebildet werden, ein Raum, der einen Abstand von mehr als 300 μm von den Enden umfasst, um diese herum gebildet wird, werden die inselähnlichen Elemente gebildet. Die inselähnlichen Elemente können dadurch gebildet werden, dass die Form des Resistmusters während der Bildung der energieerzeugenden Elemente geringfügig verändert wird. Die auf diese Weise gebildeten inselähnlichen Elemente (im Folgenden einfach als Inselelemente bezeichnet) gehören zum gleichen Laminat wie die energieerzeugenden Elemente.

[0070] Im Folgenden wird auf Grundlage von Fig. 6 eine Anordnung von Inselelementen beschrieben, die verhindert, dass sich an den energieerzeugenden Elementen die Zäune F bilden.

[0071] Fig. 6 zeigt in schematischer Darstellung Anordnungen von Inselelementen 70 in Bezug auf energieerzeugende Elemente 67 eines Tintenstrahl Druckkopfs. Fig. 6(A) zeigt den Fall, in dem für ein rechteckiges energieerzeugendes Element 67A ein rechteckiges Inselelement 70A vorgesehen ist. Hier ist der Abstand L1 zwischen dem Ende des energieerzeugenden Elements 67A und dem Inselelement 70A mit 300 μm oder weniger vorgegeben. Die Breite B des Inselements 70A beträgt vorzugsweise mindestens so viel wie die Breite b des energieerzeugenden Elements 67A. Dies hat als Grund, dass sich am Ende des energieerzeugenden Elements 67A ein Zaun bilden kann, wenn die Breite B des Inselements 70A weniger beträgt als die Breite b des energieerzeugenden Elements 67A.

[0072] Als Ergebnis intensiver Studien der Erfinder der vorliegenden Erfindung zeigte sich, dass beim Ätzen des Laminats aus einer Elektroden schicht und einer piezoelektrischen Schicht mittels Ionenfräsens am unterteilten und geformten energieerzeugenden Element ein Zaun entsteht, wenn ein Raum, der einen Abstand von mehr als 300 μm vom Ende X des energieerzeugenden Elements 67A umfasst, gebildet wird. Ferner hat sich eine bestimmte Gesetzmäßigkeit herausgestellt, und zwar, dass, wenn am Rand des energieerzeugenden Elements ein Raum vor-

handen ist, der einen Abstand von mehr als 300 μm umfasst, der Zaun F sich nicht am Ende X1 des energieerzeugenden Elements 67A sondern am Ende Y1 des Inselements 70A bildet, wenn das Inselement 70A vorhanden ist und somit die Bedingungen zur Erzeugung eines Zauns nicht erfüllt sind, d. h. wenn das Inselement 70A an einer Position innerhalb von 300 μm vom Ende X des energieerzeugenden Elements 67A entfernt angeordnet ist.

[0073] Fig. 6(B) zeigt den Fall, in dem für ein rechteckiges energieerzeugendes Element 67B, dessen Ecken abgerundet sind, ein rechteckiges Inselement 70B vorgesehen ist. Hier ist der Abstand L2 zwischen den Seiten des Endes X2 des energieerzeugenden Elements 67B und dem Inselement 70B um den Betrag größer, um den die Ecken des energieerzeugenden Elements 67B abgerundet sind. Wenn in diesem Fall das Inselement 70B so angeordnet wird, dass L2 300 μm nicht überschreitet, bildet sich der Zaun F, wie im Fall von Fig. 6(A), am Ende Y2.

[0074] Fig. 6(C) zeigt den Fall, in dem für ein rechteckiges energieerzeugendes Element 67C, dessen Ecken abgerundet sind, ein Inselement 70C vorgesehen ist, in dem entsprechend der Abrundung ein Bogen gebildet ist. Hier ist die dem energieerzeugenden Element 67C zugewandte Seite des Inselements 70C wie ein Bogen geformt, so dass der Abstand L3 zwischen dem Ende X3 des energieerzeugenden Elements 67C und dem Inselement 70C im Wesentlichen überall gleich groß ist. Auch in diesem Fall bildet sich der Zaun F, wie im Fall von Fig. 6(A), am Ende Y3, wenn das Inselement 70C so angeordnet wird, dass L3 300 μm nicht überschreitet.

[0075] Zur Verhinderung einer Rissbildung in einer weiter unten beschriebenen und auf dem energieerzeugenden Element 67 gebildeten Membran ist es zweckmäßig die Ecken des energieerzeugenden Elements 67 abzurunden.

[0076] Fig. 6(D) zeigt den Fall, in dem für ein im Wesentlichen rechteckiges energieerzeugendes Element 67D, dessen Ecken leicht abgerundet sind, ein rechteckiges Inselement 70D vorgesehen ist. Wenn die Abrundung auf diese Weise erfolgt, muss die Vergrößerung des Abstands an den Seiten nicht berücksichtigt werden.

[0077] Im Folgenden werden etwas speziellere Anordnungen von energieerzeugenden Elementen und Inselementen in einem Tintenstrahl Druckkopf beschrieben.

[0078] Fig. 7 zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung der energieerzeugenden Elemente 67 eines Tintenstrahl Druckkopfs 60 gemäß einer ersten Ausführung. Bei der ersten Ausführung sind, wie

im Zusammenhang mit **Fig. 6** beschrieben, Inselelemente **71** und **72** vorgesehen, um am Rand der energieerzeugenden Elemente **67**, wo sich Zäune F bilden können, die Bildung der Zäune F zu verhindern.

[0079] In **Fig. 7** sind die energieerzeugenden Elemente **67** (vier davon sind gezeigt) zickzackförmig angeordnet, so dass mehrere Tintenstrahldruckköpfe angeordnet sind. Jedes der energieerzeugenden Elemente **67** ist in einem Stück mit einem kurzem Verbindungsabschnitt **45A** oder einem langen Verbindungsabschnitt **45B** gebildet. Am linken Ende jedes Verbindungsabschnitts ist an gleicher Position ein Stromanschluss **47** gebildet, wodurch der Anschluss an in der Zeichnung nicht gezeigte Anschlussleitungen erleichtert wird.

[0080] In **Fig. 7** weist jedes energieerzeugende Element **67** eine Länge LA von etwa 700 µm, jeder kurze Verbindungsabschnitt **45A** eine Länge von etwa 300 µm und jeder lange Verbindungsabschnitt **45B** eine Länge von etwa 1000 µm auf. Wenn das in **Fig. 7** gezeigte Resistmuster gebildet und durch Ionenfräsen geätzt wird, entstehen die Zäune F an den mit Pfeilen angegebenen Stellen der energieerzeugenden Elemente **67**.

[0081] Bei der ersten Ausführung bilden sich jedoch die Zäune F an den Inselelementen **71** und **72** an Positionen, die durch die Buchstaben F bezeichnet sind, da in der Mitte die Inselelemente **71** und am Ende die Inselelemente **72** angeordnet sind. D. h. die Bildung von an den energieerzeugenden Elementen **67** haftenden Zäunen F wird dadurch verhindert, dass am Rand der energieerzeugenden Elemente **67**, wo sich Zäune F bilden können, die Inselelemente vorgesehen sind. Die Grundlage, auf der die Inselelemente angeordnet werden, ist im Zusammenhang mit **Fig. 6** beschrieben.

[0082] In **Fig. 7** bilden sich die Zäune F an jeder Stelle, an der ein durch Ionenfräsen geätzter und eine Länge von 300 µm überschreitender vorhandener Raum vorhanden ist. Hier sind jedoch die Positionen, an denen sich an den energieerzeugenden Elementen **67** die Zäune F bilden, und die Positionen, an denen sich stattdessen an den Inselelementen die Zäune F bilden, gezeigt.

[0083] Jeder kurze Verbindungsabschnitt **45A** ist etwa 300 µm lang, und wenn er größer als 300 µm ist, bilden sich die Zäune F an den mit den Pfeilen A bezeichneten Stellen. Wenn dagegen die Länge des kurzen Verbindungsabschnitts **45A** 300 µm oder weniger beträgt, wird die Bildung von Zäunen F auch ohne Inselelemente verhindert. Falls konstruktive Vorgaben für einen Tintenstrahldruckkopf kurze Verbindungsabschnitte **45A** erfordern, die länger als 300 µm sind, dann sollten an deren Rand weitere Inselelemente angeordnet werden.

[0084] Jeder lange Verbindungsabschnitt **45B** weist Einbuchtungen **45Ba** auf, die dessen Breite verringern und die Inselemente **71** aufnehmen. Dies dient dazu zu verhindern, dass die Zäune F an den energieerzeugenden Elementen **67** haften, da die Zäune F an den energieerzeugenden Elementen **67** haften, wenn zwischen den langen Verbindungsabschnitten **45B** und den Inselementen **71** ein Spalt vorhanden ist.

[0085] **Fig. 8** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **87** eines Tintenstrahldruckkopfs **80** gemäß einer zweiten Ausführung der vorliegenden Erfindung. Bei der zweiten Ausführung ist in Anbetracht der Tatsache, dass ein Abstand von mehr als 300 µm Voraussetzung für die Entstehung von Zäunen F ist, der durch Ionenfräsen geätzte Bereich auf das Minimum eingeschränkt, das zur separaten Bildung der energieerzeugenden Elemente **87** erforderlich ist.

[0086] In **Fig. 8** sind Rillen **81** von etwa 10 µm Breite durch Ionenfräsen auf dem Laminat aus Elektroden-schicht und piezoelektrischer Schicht ringförmig gebildet, und die energieerzeugenden Elemente **87** befinden sich innerhalb der Rillen **81**. Wenn im Fall von **Fig. 8** jedes der energieerzeugenden Elemente **87** etwa 700 µm lang ist, bilden sich die Zäune F nur in geringem Maß an den mit den Pfeilen F angegebenen Stellen der Ränder. An den energieerzeugenden Elementen **87** selbst haften keine Zäune F. In den energieerzeugenden Elementen **87** sind Stromanschlüsse **83** vorgesehen, die mit in der Zeichnung nicht gezeigten Elektroden verbunden sind.

[0087] **Fig. 9** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **97** eines Tintenstrahldruckkopfs **90** gemäß einer dritten Ausführung. Bei der dritten Ausführung wurde die Zickzackanordnung der energieerzeugenden Elemente **67** der ersten Ausführung übernommen, wobei durch Ionenfräsen Rillen **91** gebildet wurden.

[0088] Jedes der energieerzeugenden Elemente **97** ist in einem Stück mit einem kurzem Verbindungsabschnitt **55A** oder einem langen Verbindungsabschnitt **55B** gebildet. Am linken Ende jedes Verbindungsabschnitts ist an gleicher Position ein Stromanschluss **57** gebildet, wodurch der Anschluss an in der Zeichnung nicht gezeigte Anschlussleitungen erleichtert wird. Die energieerzeugenden Elemente **97**, die kurzen Verbindungsabschnitte **55A** und die langen Verbindungsabschnitte **55B** sind aufgrund der durch Ionenfräsen geätzten Rillen **91** wie Inseln geformt.

[0089] In **Fig. 9** weist jedes energieerzeugende Element **97** eine Länge LA von etwa 700 µm, jeder kurze Verbindungsabschnitt **55A** eine Länge von etwa 300 µm und jeder lange Verbindungsabschnitt **55B** eine Länge von etwa 1000 µm auf. Wenn das in **Fig. 9** ge-

zeigte Muster durch Ionenfräsen gebildet wird, entstehen die Zäune F nur in geringem Maß an den mit den Pfeilen F angegebenen Stellen. An den energieerzeugenden Elementen **97** selbst haften keine Zäune F.

[0090] Die Zäune F könnten sich an den durch Pfeile angegebenen Stellen bilden, an denen die energieerzeugenden Elemente **97** mit den langen Verbindungsabschnitten **55B** verbunden sind. Bei der dritten Ausführung wird jedoch durch Einbuchtungen **95**, die durch Krümmen von Abschnitten der ringförmigen Rillen **91** gebildet sind und die gleiche Funktion wie die oben beschriebenen Inselemente haben, verhindert, dass an den energieerzeugenden Elementen **97** Zäune F haften.

[0091] Im Folgenden wird auf Grundlage von **Fig. 10** bis **Fig. 13** eine vierte, fünfte, sechste und siebte Ausführung der vorliegenden Erfindung beschrieben. Die in diesen Ausführungen gezeigten Tintenstrahldruckköpfe umfassen einen zusätzlichen Rahmenkörper zur Verstärkung einer Membran und sind so konstruiert, dass sich die Zäune F am zusätzlichen Rahmenkörper bilden. D. h. der zusätzliche Rahmenkörper dient nicht nur der Unterstützung der Membran des Tintenstrahldruckkopfs, sondern fungiert auch als Inselement, an dem sich die oben beschriebenen Zäune F bilden.

[0092] Die oben beschriebene erste, zweite und dritte Ausführung zeigen eine Anordnung von energieerzeugenden Elementen in einem einzigen Tintenstrahldruckkopf, während die folgenden Ausführungen den Fall zeigen, in dem mehrere Köpfe gleichzeitig hergestellt werden. Wenn zur Bildung von energieerzeugenden Elementen Ionenfräsen angewandt wird, kann ein großer Bereich bearbeitet werden.

[0093] **Fig. 10** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **107** eines Tintenstrahldruckkopfs **100** gemäß einer vierten Ausführung der vorliegenden Erfindung. **Fig. 10(A)** zeigt eine Draufsicht und **Fig. 10(B)** eine Schnittansicht des Tintenstrahldruckkopfs **100**. Die strichpunktierten Linien geben die Positionen an, an denen nach Beendigung der Herstellung die einzelnen Köpfe abgeschnitten werden.

[0094] Bei dieser Ausführung werden 300 µm überschreitende Abstände, die die Bedingung für die Bildung von Zäunen F am Rand der energieerzeugenden Elemente **107** sind, so weit wie möglich verringert. Wo die Bildung von Zäunen F aus Konstruktionsgründen unvermeidbar ist, wird bewirkt, dass sich die Zäune F am zusätzlichen Rahmenkörper **103** bilden.

[0095] **Fig. 10** zeigt zwei der Tintenstrahldruckköpfe

100. Jeder der Tintenstrahldruckköpfe **100** umfasst die parallel angeordneten energieerzeugenden Elemente **107** und den C-förmigen zusätzlichen Rahmenkörper **103**, der die energieerzeugenden Elemente **107** umgibt.

[0096] In **Fig. 10** beträgt der Abstand zwischen benachbarten energieerzeugenden Elementen **107** sowie der Abstand zwischen den energieerzeugenden Elementen **107** und dem sie umgebenden zusätzlichen Rahmenkörper **103** 300 µm oder weniger.

[0097] Der zusätzliche Rahmenkörper **103** ist so angeordnet, dass sich seine Rückseite in einem Abstand von weniger als 300 µm vom vorderen Ende des benachbarten Tintenstrahldruckkopfs **100** befindet, wodurch die Bildung der Zäune F so weit wie möglich eingeschränkt wird.

[0098] Wenn jedoch die Konstruktion erfordert, dass die Länge LA der energieerzeugenden Elemente **107** etwa 700 µm beträgt, dann befindet sich zwischen den energieerzeugenden Elementen **107** ein Raum, der 300 µm überschreitet. Daher besteht die Möglichkeit, dass die Zäune F entstehen.

[0099] Somit werden bei der vierten Ausführung die Zäune F am zusätzlichen Rahmenkörper **103** gebildet, wie durch die Pfeile F angegeben. Dadurch wird an den energieerzeugenden Elementen **107** die Bildung von Zäunen F verhindert.

[0100] **Fig. 11** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **117** eines Tintenstrahldruckkopfs **110** gemäß einer fünften Ausführung der vorliegenden Erfindung. **Fig. 11(A)** zeigt eine Draufsicht und **Fig. 11(B)** eine Schnittansicht des Tintenstrahldruckkopfs **110**. Die strichpunktierten Linien geben die Positionen an, an denen nach Beendigung der Herstellung die einzelnen Köpfe abgeschnitten werden.

[0101] Die fünfte Ausführung unterscheidet sich insofern von der vierten Ausführung, als ein I-förmiger zusätzlicher Rahmenkörper **113** vorgesehen ist, in dem eine höhere Anzahl energieerzeugender Elemente **117** untergebracht werden kann. Bei dieser Ausführung sind die energieerzeugenden Elemente **117** eines Tintenstrahldruckkopfs **110** so angeordnet, dass sie denjenigen eines benachbarten Tintenstrahldruckkopfs **110** gegenüberliegen. Der Abstand zwischen den Gruppen gegenüberliegender energieerzeugender Elemente **117** beträgt 300 µm oder weniger. Bei jedem der Tintenstrahldruckköpfe **110** ist die linke Reihe energieerzeugender Elemente **117** gegen die rechte Reihe energieerzeugender Elemente **117** um die Breite eines energieerzeugenden Elements **117** versetzt, um die Positionen der Tintendüsen gegeneinander zu versetzen. Daher werden die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **110** nachein-

ander in Querrichtung gebildet, wobei sie vertikal geringfügig gegeneinander versetzt sind.

[0102] Wie bei der vierten Ausführung bilden sich bei der fünften Ausführung die Zäune am zusätzlichen Rahmenkörper **113**. Dadurch wird an den energieerzeugenden Elementen **117** die Bildung von Zäunen F verhindert.

[0103] **Fig. 12** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **127** eines Tintenstrahldruckkopfs **120** gemäß einer sechsten Ausführung der vorliegenden Erfindung. **Fig. 12(A)** zeigt eine Draufsicht und **Fig. 12(B)** eine Schnittansicht des Tintenstrahldruckkopfs **120**. Die strichpunktierten Linien geben die Positionen an, an denen nach Beendigung der Herstellung die einzelnen Köpfe abgeschnitten werden.

[0104] Die sechste Ausführung unterscheidet sich insofern von der fünften Ausführung, als die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **120** gegeneinander um 180° gedreht sind. Durch diese Anordnung können die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **120** nacheinander gebildet werden, ohne vertikal gegeneinander versetzt zu sein.

[0105] Bei dieser Ausführung sind die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **120** ebenfalls so angeordnet, dass ihre energieerzeugenden Elemente **127** einander gegenüberliegen. Der Abstand zwischen jeder Gruppe gegenüberliegender Elemente beträgt 300 µm oder weniger.

[0106] Bei der sechsten Ausführung bilden sich die Zäune ebenfalls am zusätzlichen Rahmenkörper **123**. Dadurch wird verhindert, dass sich an den energieerzeugenden Elementen **127** Zäune F bilden.

[0107] **Fig. 13** zeigt in schematischer Darstellung eine Anordnung energieerzeugender Elemente **137** eines Tintenstrahldruckkopfs **130** gemäß einer siebten Ausführung. **Fig. 13(A)** zeigt eine Draufsicht und **Fig. 13(B)** eine Schnittansicht des Tintenstrahldruckkopfs **130**. Die strichpunktierten Linien geben die Positionen an, an denen nach Beendigung der Herstellung die einzelnen Köpfe abgeschnitten werden.

[0108] Die siebte Ausführung unterscheidet sich von der sechsten Ausführung dadurch, dass die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **130** beiderseits einer Schnittlinie **131** symmetrisch angeordnet sind. Diese Anordnung ermöglicht ebenfalls, dass wie bei der sechsten Ausführung die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **130** nacheinander gebildet werden.

[0109] Bei dieser Ausführung sind die benachbarten Tintenstrahldruckköpfe **130** ebenfalls so angeordnet, dass ihre energieerzeugenden Elemente **137** einander gegenüberliegen. Der Abstand zwischen jeder

Gruppe gegenüberliegender Elemente beträgt 300 µm oder weniger.

[0110] Bei der siebten Ausführung bilden sich die Zäune ebenfalls am zusätzlichen Rahmenkörper **133**. Dadurch wird an den energieerzeugenden Elementen **137** die Bildung von Zäunen F verhindert.

[0111] Die Beschreibung der Tintenstrahldruckköpfe der obigen Ausführungen erfolgte speziell in Bezug auf ihre Anordnungen (Muster) zur Verhinderung der Bildung von Zäunen F an den energieerzeugenden Elementen. Bei den Tintenstrahldruckköpfen der obigen Ausführungen wird bewirkt, dass sich die Zäune F an den Inselementen, den Rillen oder zusätzlichen Rahmenkörpern bilden, so dass die Zäune F durch Besprühen mit einem unter hohem Druck stehenden Gas oder einer solchen Flüssigkeit abgebrochen und gewaschen werden können, was daher in kurzer Zeit mit einfacher Ausrüstung und unter geringen Kosten ausgeführt werden kann.

[0112] Im Folgenden wird als achte Ausführung der Aufbau eines Tintenstrahldruckkopfs **200** sowie ein Verfahren zu dessen Herstellung beschrieben.

[0113] **Fig. 14** zeigt in groben Umrissen eine perspektivische Ansicht des Tintenstrahldruckkopfs **200** der achten Ausführung. Bei jedem der darin gebildeten energieerzeugenden Elemente **232** handelt es sich um das in **Fig. 6(A)** gezeigte Rechteck.

[0114] Der Tintenstrahldruckkopf **200** setzt sich hauptsächlich aus einem Substrat **220**, einer Membran **223**, einem Hauptkörper **242**, einer Düsenplatte **230** und den energieerzeugenden Elementen **232** zusammen.

[0115] Wie weiter unten beschrieben, ist der Hauptkörper **242** aus Trockenschichten aufgebaut und umfasst mehrere Druckkammern **229** (Tintenkammern) und einen als Tintenzuführkanal dienenden Tintenkanal **233**. In der Zeichnung ist über den Druckkammern **229** ein offener Abschnitt gebildet, und auf den Unterseiten der Druckkammern **229** sind Tintenführungskanäle **241** gebildet.

[0116] Die Düsenplatte **230** befindet sich auf der Unterseite des Hauptkörpers **242** und die Membran **223** auf der Oberseite des Hauptkörpers **242**. Die Düsenplatte **230** ist beispielsweise aus rostfreiem Stahl gebildet und weist Düsen **231** auf, die den Tintenführungskanälen **241** gegenüberliegen.

[0117] Die Membran **223** ist aus einem biegsamen dünnen Material, z. B. Chrom (Cr), und das Substrat **220** und die energieerzeugenden Elemente **232** sind auf diesem angebracht. Das Substrat **220** ist z. B. aus Magnesiumoxid (MgO), und im mittleren Bereich des Substrats **220** ist eine Öffnung **224** gebildet. Die

energieerzeugenden Elemente **232** sind auf der Membran **223** gebildet und liegen an der Öffnung **224** frei.

[0118] Bei den energieerzeugenden Elemente **232** handelt es sich um Lamine aus Einzelelektroden **226** und piezoelektrischen Elementen **227**, die auf der Membran **223** (die außerdem als untere gemeinsame Elektrode fungiert) gebildet sind. Die energieerzeugenden Elemente **232** befinden sich an Positionen, die den Positionen, an denen im Hauptkörper **242** die Druckkammern **229** gebildet sind, entsprechen.

[0119] Die Einzelelektroden **226** sind z. B. aus Platin (Pt) und sind auf den Oberseiten der piezoelektrischen Elemente **227** gebildet. Bei den piezoelektrischen Elementen **227** handelt es sich um Kristalle, die bei Anlegen von Spannungen einen Spannungseffekt erzeugen, wobei hierfür z. B. PZT (Bleizirkonattitanat) verwendet werden kann. Bei dieser Ausführung befinden sich die piezoelektrischen Elemente **227** an den Positionen, an denen die Druckkammern **229** gebildet sind.

[0120] Wenn bei dem Tintenstrahl Druckkopf **200** mit dem oben beschriebenen Aufbau zwischen der Membran **223**, die auch als gemeinsame Elektrode fungiert, und den Einzelelektroden **226** Spannungen angelegt werden, erzeugen die piezoelektrischen Elemente **227** aufgrund des piezoelektrischen Effekts Verformungen. Bei der Erzeugung von Verformungen in den piezoelektrischen Elementen **227** wird auch die Membran **223** entsprechend verformt.

[0121] Die in den piezoelektrischen Elementen **227** erzeugten Verformungen bewirken, dass sich die Membran **223** so wie in der Zeichnung mit gestrichelten Linien angegeben durchbiegt. D. h. die Membran **223** ist so aufgebaut, dass sie beim Durchbiegen in die Druckkammern **229** eindringt. Die sich in den Druckkammern **229** befindende Tinte wird somit durch das von den Verformungen der piezoelektrischen Elemente **227** bewirkte Durchbiegen der Membran **223** unter Druck gesetzt, so dass sie über die Tintenführungs Kanäle **241** und die Düsen **231** ausgestoßen wird. Dadurch erfolgt das Drucken auf einem Aufzeichnungsmedium, wie z. B. einem Blatt Papier.

[0122] Bei dem oben beschriebenen Aufbau werden die Membran **223** und die energieerzeugenden Elemente **232** (die Einzelelektroden **226** und piezoelektrischen Elemente **227**) des Tintenstrahl Druckkopfs **200** dieser Ausführung unter Anwendung einer Dünnschicht-Abscheidungstechnik gebildet. Insbesondere werden die energieerzeugenden Elemente dadurch gebildet, dass die Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht gleichzeitig durch Ionenfräsen geätzt werden.

[0123] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf **Fig. 15** ein Verfahren zur Herstellung des oben beschriebenen Tintenstrahl Druckkopfs **200** beschrieben.

[0124] Zur Herstellung des Tintenstrahl Druckkopfs **200** wird zuerst das Substrat **220** vorbereitet, wie in **Fig. 15(A)** gezeigt. Bei dieser Ausführung wird als Substrat **220** ein etwa 0,3 mm dicker Einkristall aus Magnesiumoxid (MgO) verwendet.

[0125] Auf dem Substrat **220** werden unter Anwendung der Dünnschicht-Abscheidungstechnik des Besputterns nacheinander eine etwa 0,1 µm dicke Elektrodenschicht **221** und eine etwa 2 bis 3 µm dicke piezoelektrische Schicht **222** gebildet. Insbesondere wird zuerst auf dem Substrat **220** die Elektrodenschicht **221** gebildet, wie in **Fig. 15(B)** gezeigt, und dann auf der Elektrodenschicht **221** die piezoelektrische Schicht **222** gebildet, wie in **Fig. 15(C)** gezeigt. Bei dieser Ausführung wird für die Elektrodenschicht Platin (Pt) und für die piezoelektrische Schicht PZT (Bleizirkonattitanat) verwendet.

[0126] Als nächstes wird durch Ionenfräsen das Ätzen ausgeführt, so dass an den Positionen, die sich mit den Druckkammern decken, Lamine aus Elektrodenschicht **221** und piezoelektrischer Schicht **222** entstehen. Ein hierfür verwendetes Fräsmuster wird durch ein Trockenschichtresist gebildet. In Anbetracht der Tatsache, dass die Zäune F durch Ionenfräsen entstehen, handelt es sich bei dem Fräsmuster um ein Trockenschichtresistmuster mit Inselementen, an denen sich die Zäune F bilden sollen.

[0127] **Fig. 15(D)** zeigt, wie das Trockenschichtresistmuster gebildet wird. Bei dieser Ausführung werden Stellen **257**, an denen die energieerzeugenden Elementen **232** gebildet werden, Stellen **258**, an denen Inselemente **238** gebildet werden und eine Stelle **259**, an der ein zusätzlicher Rahmenkörper **239** gebildet wird, als zu erhaltende Teile durch ein Trockenschichtresist **250** geschützt. Als Trockenschichtresist **250** wurde zur Bildung des Musters bei dieser Ausführung FI215 (ein 15 µm dickes Alkali-Resist, ein Produkt der TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) verwendet, das bei 2,5 Kg/cm mit 1 m/s bei 115°C laminiert, mit einer Glasmaske mit 120 mJ bestrahlt, zehn Minuten lang bei 60 °C vorgewärmt, auf Raumtemperatur abgekühlt und mit einer Na₂CO₃-Lösung (1 Gew.%) entwickelt wurde.

[0128] Dann wurde das Substrat **220** unter Verwendung eines Schmierfetts mit guter Wärmeleitfähigkeit an einer Halterung aus Kupfer befestigt, und es wurde ausschließlich mit Argongas (Ar) bei etwa 700 V und einem Emissionswinkel von etwa 15° das Ionenfräsen durchgeführt.

[0129] Dies ergab den in **Fig. 15(E)** gezeigten Zu-

stand. Der Winkel der gefrästen Teile zur Laminationsfläche beträgt in Tiefenrichtung mehr als 85°. Wie in [Fig. 15\(E\)](#) gezeigt, bildeten sich die Zäune F unter den Stellen **258** an den Vorderseiten der Inselemente **238** (diese Seiten sind von den energieerzeugenden Elementen abgewandt) sowie in den Bereichen der Innenwand des zusätzlichen Rahmenkörpers **239**, in denen sich keine energieerzeugenden Elemente **232** befanden.

[0130] Wenn das Trockenschichtresist beim Zustand von [Fig. 15\(E\)](#) entfernt wird, ragen Zäune F über die Inselemente **238** und den zusätzlichen Rahmenkörper **239** hinaus (siehe [Fig. 5](#)). Diese Zäune F wurden abgebrochen und gewaschen, indem sie mit unter hohem Druck stehendem Wasser besprüht wurden. [Fig. 15\(F\)](#) zeigt den Zustand nach Entfernung der Zäune F.

[0131] Durch das Abbrechen und Wegwaschen der Zäune F können die Inselemente **238** und der zusätzliche Rahmenkörper **239** beschädigt werden. Die Inselemente **238** sind jedoch für den Tintenstrahldruckkopf nicht erforderlich. Daher stellt dies kein Problem dar. Wenn der zusätzliche Rahmenkörper **239** Risse bekommt oder anderweitig beschädigt wird, so stellt dies ebenfalls kein Problem dar, da der zusätzliche Rahmenkörper ein Verstärkungselement für die Membran **223** ist.

[0132] Danach wird, wie in [Fig. 15\(G\)](#) gezeigt, eine nivellierte Isolierschicht **252** gebildet, so dass die Membran **223** plan wird und die ionengefrästen Teile isoliert sind.

[0133] Dann wird, wie in [Fig. 15\(H\)](#) gezeigt, durch Besputtern die Membran **223** gebildet, wodurch das Laminat aus Membran **223** und energieerzeugenden Elementen **232**, das dem Tintenausstoß dient, gebildet wird. Für die Membran **223** kann als Material Ni-Cr oder Cr verwendet werden.

[0134] Wenn die Bildung der Schichten **221** bis **223** unter Anwendung der Dünnschicht-Abscheidungs-technik einschließlich des Ionenfräsens beendet ist, werden an Positionen, die sich mit den energieerzeugenden Elementen **232** decken, Druckkammeröffnungen gebildet, wie in [Fig. 15\(I\)](#) gezeigt. Bei dieser Ausführung wurden die Druckkammeröffnungen unter Verwendung eines Trockenschichtresist vom Lösungsmitteltyp gebildet. Das verwendete Trockenschichtresist ist ein Produkt der Serie PR-100 (von TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) und wurde bei 2,5 Kgf/cm mit 1 m/s bei 35°C laminiert, unter Verwendung einer Glasmaske und Ausrichtungsmarkierungen im Muster der piezoelektrischen Schicht **222** (und der Elektrodenschicht **221**) während des Ionenfräsens ausgerichtet und mit 120 mJ belichtet, zehn Minuten lang bei 60 °C vorgewärmt, auf Raumtemperatur abgekühlt und mit C-3- und F-5-Lösungen (von

TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) entwickelt, wodurch das Muster entstand.

[0135] Ein Hauptkörperteil **242b** mit den Druckkammern **229** und der Düsenplatte **230** wird dagegen mit einem anderen Verfahren gebildet. Das die Druckkammern **229** aufweisende Hauptkörperteil **242b** wird dadurch gebildet, dass mehrmals nacheinander, so oft wie erforderlich, die Laminierung, Belichtung und Entwicklung einer Trockenschicht (eines Trockenschichtresist vom Lösungsmitteltyp, ein Produkt der PR-Serie von TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.) auf der Düsenplatte **230** (die in der Zeichnung nicht gezeigte Ausrichtungsmarkierungen aufweist) vorgenommen wird.

[0136] Zur Bildung des Hauptkörperteils **242b** wird folgendes Verfahren angewandt. Das Muster der Führungskanäle **41** (60 µm im Durchmesser und 60 µm in der Tiefe), die Tinte von der Druckkammer **229** zu den Düsen **231** (gerade Löcher, 20 µm im Durchmesser) in einer Richtung leiten sollen, wird unter Verwendung der Ausrichtungsmarkierungen der Düsenplatte **230** auf der Düsenplatte **230** (etwa 20 µm dick) belichtet, und dann werden, wie im Fall des Tintenkanals **233**, die Druckkammern **229** (etwa 100 µm breit und etwa 1700 µm lang) unter Verwendung der Ausrichtungsmarkierungen der Düsenplatte **230** belichtet. Nachdem die Trockenschicht zehn Minuten lang (bei Raumtemperatur) ruhte, wurde sie wärmegehärtet (60°C, zehn Minuten), und anschließend wurden ihre nicht benötigten Teile durch Entwicklung mit einem Lösungsmittel entfernt.

[0137] Wie in [Fig. 15\(J\)](#) gezeigt, wird das auf diese Weise gebildete und mit der Düsenplatte **230** versehene Hauptkörperteil **242b** mit dem anderen Hauptkörperteil **242a**, das die energieerzeugenden Elemente **232** ([Fig. 15\(I\)](#)) aufweist, verbunden. Dabei werden die Hauptkörperteile **242a** und **242b** so verbunden, dass sie einander zugewandt und die Druckkammern **229** genau positioniert sind. Das Verbinden wurde erreicht unter Verwendung der Ausrichtungsmarkierungen der energieerzeugenden Elemente **232** und der auf der Düsenplatte **230** gebildeten Ausrichtungsmarkierungen. Danach wurde bei 80°C mit einer Last von 15 Kgf/cm² eine Stunde lang vorgewärmt, bei 150°C 14 Stunden lang das permanente Verbinden vorgenommen und dann bei Raumtemperatur gekühlt.

[0138] Als nächstes wird ein Bereich, der einem Betätigungselement entspricht, vom Substrat **220** entfernt, so dass die energieerzeugenden Elemente **232** schwingen können. Das Substrat **220** wird umgedreht, so dass sich die Düsenplatte **230** auf der Unterseite befindet, und der im Wesentlichen zentrale Teil des Substrats **220** wird durch Nassätzen entfernt, wodurch die Öffnung **224** entsteht.

[0139] Die Position, an der die Öffnung **224** gebildet wird, ist so gewählt, dass sie sich mindestens mit den Bereichen der Membran **223** deckt, die von den energieerzeugenden Elementen **232** bewegt werden. Dadurch dass die Öffnung **224** durch Entfernen des Substrats **220** gebildet wird, liegen die Elektroden **226** (die energieerzeugenden Elemente **232**) an der Öffnung **224** des Substrats **220** frei, wie in [Fig. 15\(K\)](#) gezeigt.

[0140] Wie oben beschrieben, werden bei dieser Ausführung die Elektrodenschicht **221** und die piezoelektrische Schicht **222** gleichzeitig auf dem Substrat **220** durch Ionenfräsen geätzt. Daher können auf dem Substrat **220** energieerzeugende Elemente **232** gebildet werden, die gute Kristalleigenschaften haben und frei von Positionierungsfehlern sind. Außerdem können mit hoher Präzision und Zuverlässigkeit energieerzeugende Elemente gebildet werden, die dünner sind als die herkömmlichen.

[0141] Die Zäune **F**, die bei der Anwendung des Ionenfräsens entstehen, haften an den Inselementen **238** und am zusätzlichen Rahmenkörper **239**. Dadurch wird verhindert, dass sich die Zäune **F** an den energieerzeugenden Elementen **232** bilden. Die an den Inselementen **238** und am zusätzlichen Rahmenkörper **239** haftenden Zäune **F** können durch die physikalische Kraft einer Flüssigkeit oder eines Gases, die bzw. das unter Druck steht, entfernt werden. Daher kann das Entfernen in kurzer Zeit ausgeführt werden, wodurch die Kosten für die dafür erforderlichen Einrichtungen im Rahmen gehalten werden.

[0142] Die Inselemente **238** und der zusätzliche Rahmenkörper **239**, an denen die Zäune **F** haften, können durch Änderung des Musters eines Photore sist auf einfache Weise gebildet werden. Daher kann dies einfach durch Verwendung herkömmlicher Einrichtungen erreicht werden.

[0143] In der obigen achten Ausführung ist der Tintenstrahldruckkopf **200** beschrieben, bei dem die Inselemente **238** und der zusätzliche Rahmenkörper **239** als winzige Staubaufnahmeabschnitte gebildet sind. Wenn das Resistmuster so geändert wird, dass am Rand der energieerzeugenden Elemente ringförmige Rillen gebildet werden, dann dienen bei dem Tintenstrahldruckkopf diese Rillen als Staubaufnahmeabschnitte.

[0144] [Fig. 16](#) zeigt in schematischer Seitenansicht einen Drucker **300**, der den oben beschriebenen Tintenstrahldruckkopf **200** aufweist. Der Drucker **300** umfasst ein Netzteil **310**, ein Steuerteil **320**, eine Tinten kassette **340** und eine Reserveeinheit **330**. Bei dem Tintenstrahldruckkopf **200** handelt es sich um einen verkleinerten Kopf, der unter Anwendung einer Dünnschichttechnik hergestellt wird, eine hohe Zuverlässigkeit aufweist und mit geringen Kosten her-

stellbar ist. Daher kann der Drucker **300** zu einem niedrigen Preis hochwertige Bilder drucken.

[0145] Die vorliegende Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungen, sondern es können Änderungen und Modifikationen vorgenommen werden, ohne den Rahmen der wichtigen und in den Ansprüchen dargelegten Aspekte der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0146] Somit werden gemäß dieser detailliert beschriebenen Erfindung bei einem unter Anwendung einer Dünnschichttechnik hergestellten Tintenstrahldruckkopf eine Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht mittels Ionenfräsen gleichzeitig geätzt. Daher lassen sich einstückige energieerzeugende Elemente herstellen.

[0147] Dabei wird verhindert, dass sich an den energieerzeugenden Elementen unnötige Schrägen bilden.

[0148] Außerdem lagert sich der durch das Ionenfräsen entstehende gemischte feine Staub auf den winzigen Staubaufnahmeabschnitten ab. Dadurch wird verhindert, dass dieser Staub an den wichtigen energieerzeugenden Elementen haftet.

[0149] Der gemischte feine Staub, der an den Staubaufnahmeabschnitten haftet, kann durch die physikalische Kraft einer Flüssigkeit oder eines Gases, die bzw. das unter Druck steht, einfach entfernt werden. Daher kann das Entfernen in kurzer Zeit und unter geringen Kosten ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Tintenstrahldruckkopf, bei dem unter Anwendung einer Dünnschichttechnik auf einer auf einem Substrat gebildeten Elektrodenschicht eine piezoelektrische Schicht und durch gleichzeitiges Ätzen der Elektrodenschicht und der piezoelektrischen Schicht mittels eines Ionenfräsverfahrens ein energieerzeugendes Element zur Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß gebildet wird, wobei der Tintenstrahldruckkopf umfasst

– einen winzigen Staubaufnahmeabschnitt, auf dem sich gemischter feiner Staub, der mindestens die durch das Ionenfräsverfahren abgeschliffene Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht umfasst, abgelagert, wobei der winzige Staubaufnahmeabschnitt in der Nähe des energieerzeugenden Elements angeordnet ist.

2. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 1, bei dem der winzige Staubaufnahmeabschnitt ein inse lähnliches Element ist, das in einem Abstand von 300 µm oder weniger von einem Ende des energieerzeugenden Elements angeordnet ist.

3. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 2, bei dem das inselähnliche Element bei der Anwendung des Ionenfräsverfahrens auf die Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht gebildet wird.

4. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 2, bei dem das inselähnliche Element ein zusätzlicher Rahmenkörper zur Verstärkung des Tintenstrahldruckkopfs ist.

5. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 4, bei dem der zusätzliche Rahmenkörper bei der Anwendung des Ionenfräsverfahrens auf die Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht gebildet wird.

6. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 1, bei dem der winzige Staubaufnahmeabschnitt eine ringförmige Rille ist, die um das energieerzeugende Element herum verläuft, so dass darin das energieerzeugende Element gebildet wird.

7. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 6, bei dem die Breite der Rille 300 µm oder weniger beträgt.

8. Tintenstrahldruckkopf nach Anspruch 7, bei dem die Rille bei der Anwendung des Ionenfräsverfahrens auf die Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht gebildet wird.

9. Verfahren zur Herstellung eines Tintenstrahldruckkopfs, mit den Schritten

- Bildung einer piezoelektrischen Schicht auf einer auf einem Substrat gebildeten Elektrodenschicht unter Anwendung einer Dünnschichttechnik,
- Bildung eines energieerzeugenden Elements zur Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß durch gleichzeitiges Ätzen der Elektrodenschicht und der piezoelektrischen Schicht mittels eines Ionenfräsverfahrens und Bildung eines winzigen Staubaufnahmeabschnitts, auf dem sich gemischter feiner Staub, der mindestens die durch das Ionenfräsverfahren abgeschliffene Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht umfasst, ablagert, wobei der winzige Staubaufnahmeabschnitt in der Nähe des energieerzeugenden Elements angeordnet wird, und
- Entfernen des feinen Staubs, der sich auf dem winzigen Staubaufnahmeabschnitt abgelagert hat.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem der winzige Staubaufnahmeabschnitt zusammen mit dem energieerzeugenden Element durch ein Photoresistmuster gebildet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der winzige Staubaufnahmeabschnitt ein inselähnliches Element ist, das in einem Abstand von 300 µm oder weniger von einem Ende des energieerzeugenden Elements angeordnet wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, bei dem der

winzige Staubaufnahmeabschnitt eine ringförmige Rille ist, die zur Bildung des energieerzeugenden Elements vorgesehen ist, wobei die Breite der Rille 300 µm oder weniger beträgt.

13. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem bei dem Schritt des Entferns des feinen Staubs, der sich auf dem winzigen Staubaufnahmeabschnitt ablagert, das physikalische Entfernen des feinen Staubs durch Verwendung einer Flüssigkeit oder eines Gases, die bzw. das unter Druck steht, umfasst.

14. Drucker mit

- einem Tintenstrahldruckkopf, beidem unter Anwendung einer Dünnschichttechnik auf einer auf einem Substrat gebildeten Elektrodenschicht eine piezoelektrische Schicht und durch gleichzeitiges Ätzen der Elektrodenschicht und der piezoelektrischen Schicht mittels eines Ionenfräsverfahrens ein energieerzeugendes Element zur Erzeugung von Energie für den Tintenausstoß gebildet wird, wobei der Tintenstrahldruckkopf umfasst
- einen winzigen Staubaufnahmeabschnitt, auf dem sich gemischter feiner Staub, der mindestens die durch das Ionenfräsverfahren abgeschliffene Elektrodenschicht und piezoelektrische Schicht umfasst, ablagert, wobei der winzige Staubaufnahmeabschnitt in der Nähe des energieerzeugenden Elements angeordnet ist.

Es folgen 24 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

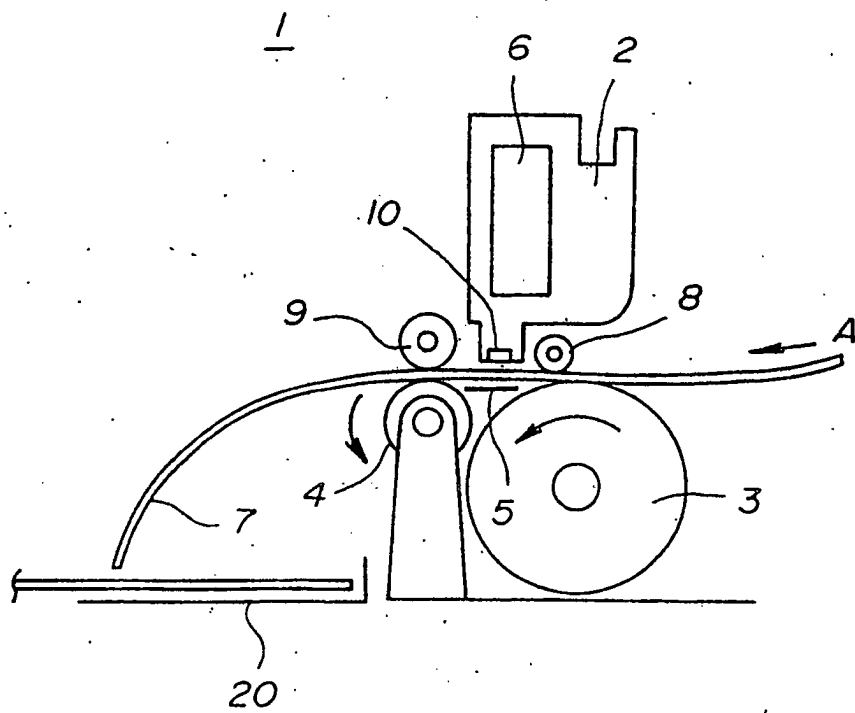


FIG. 2

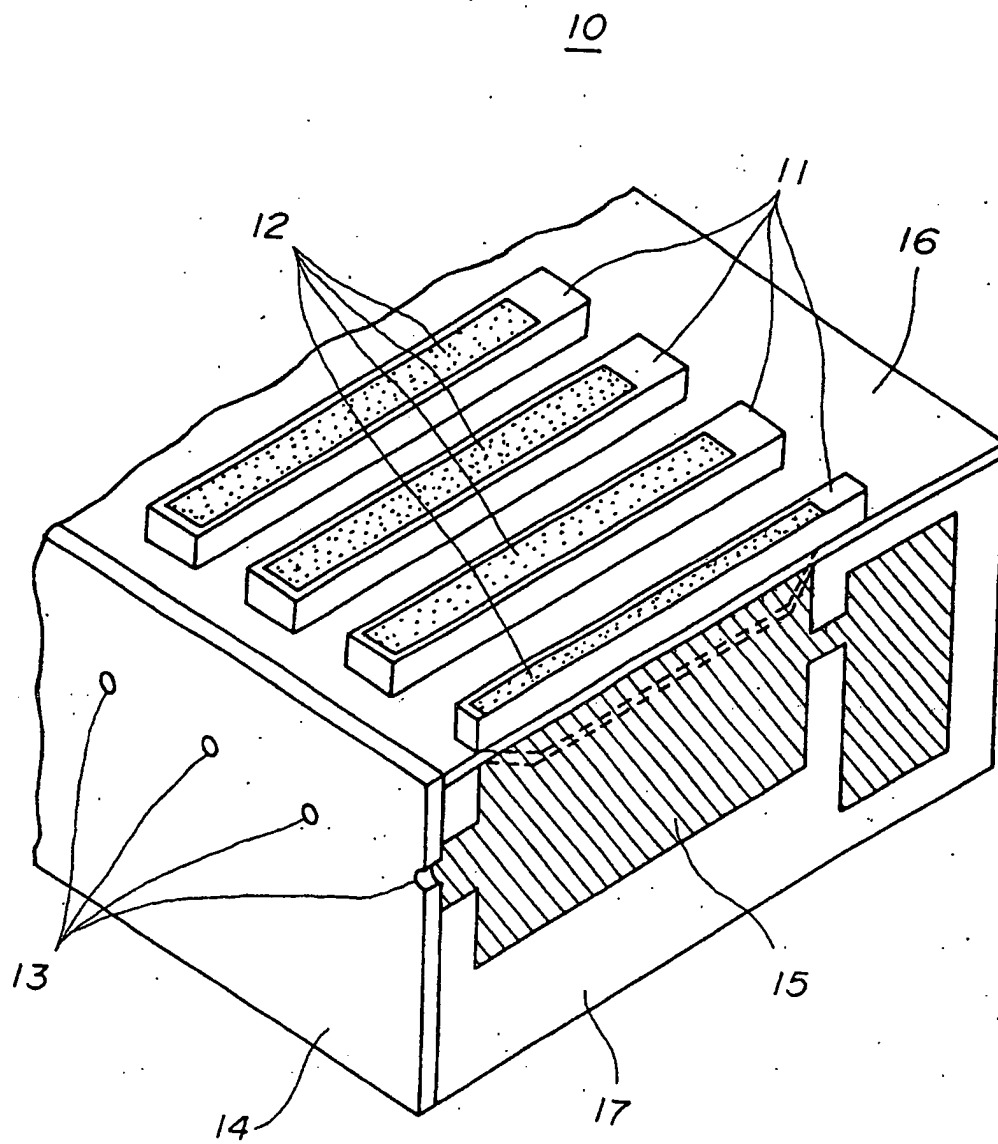


FIG. 3(A)

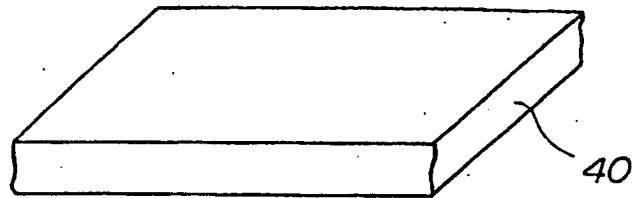


FIG. 3(B)

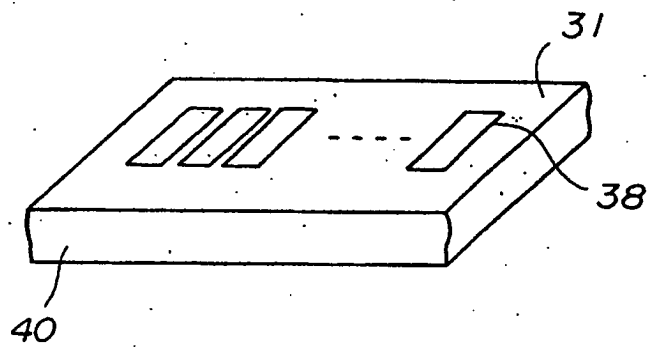


FIG. 3(C)

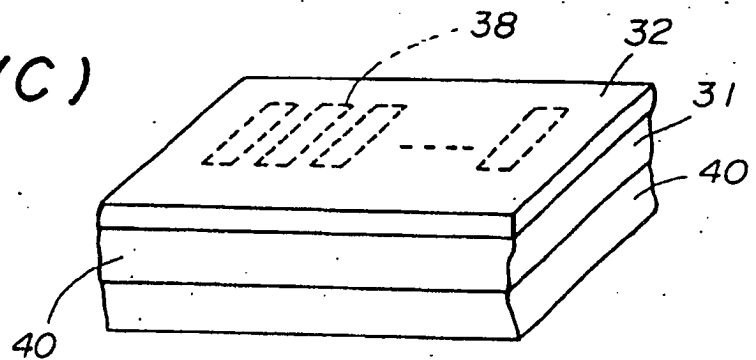


FIG. 3(D)

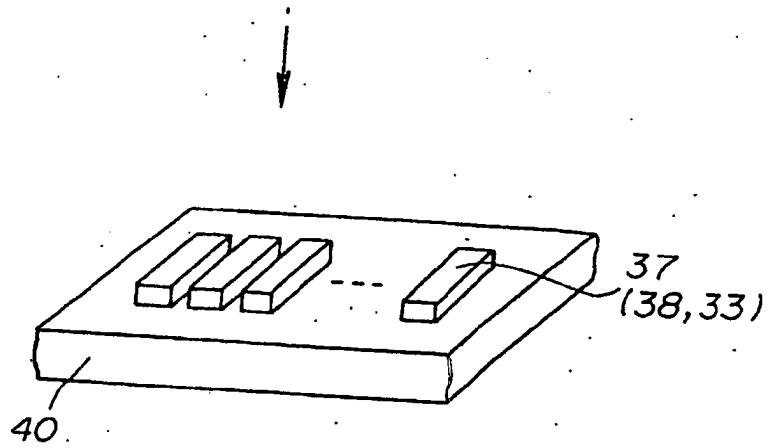


FIG. 3(E)

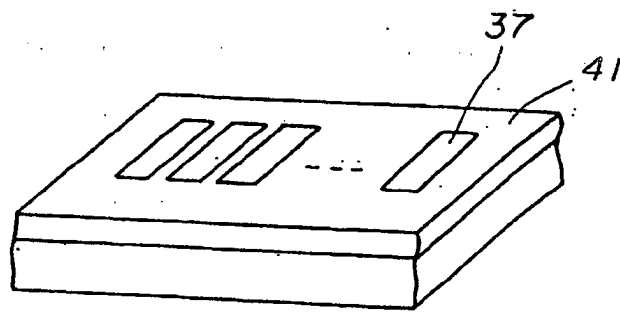


FIG. 3(F)

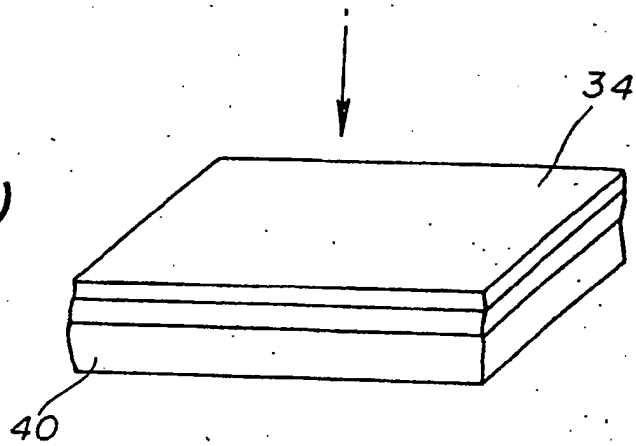


FIG. 3(G)

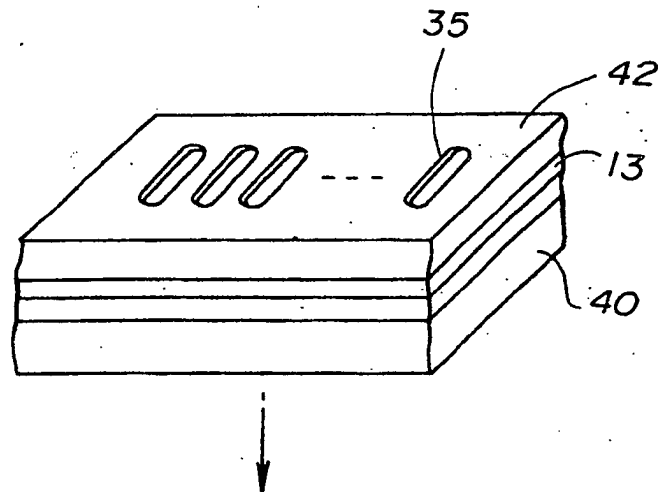


FIG. 3(H)

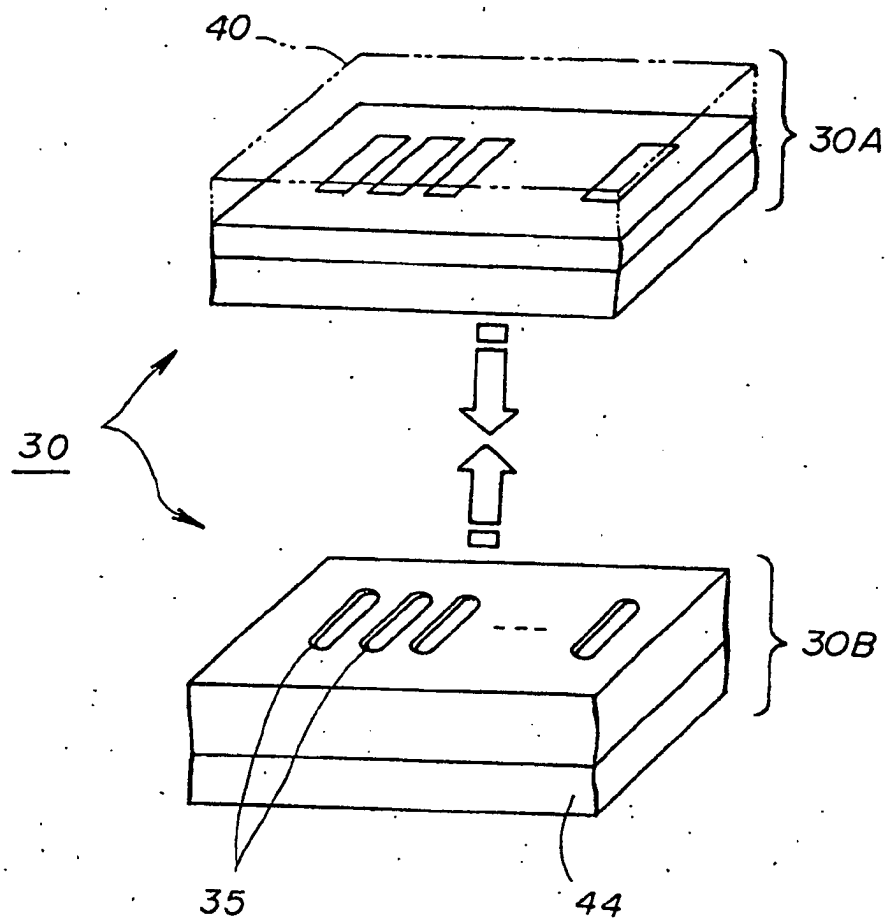


FIG. 4

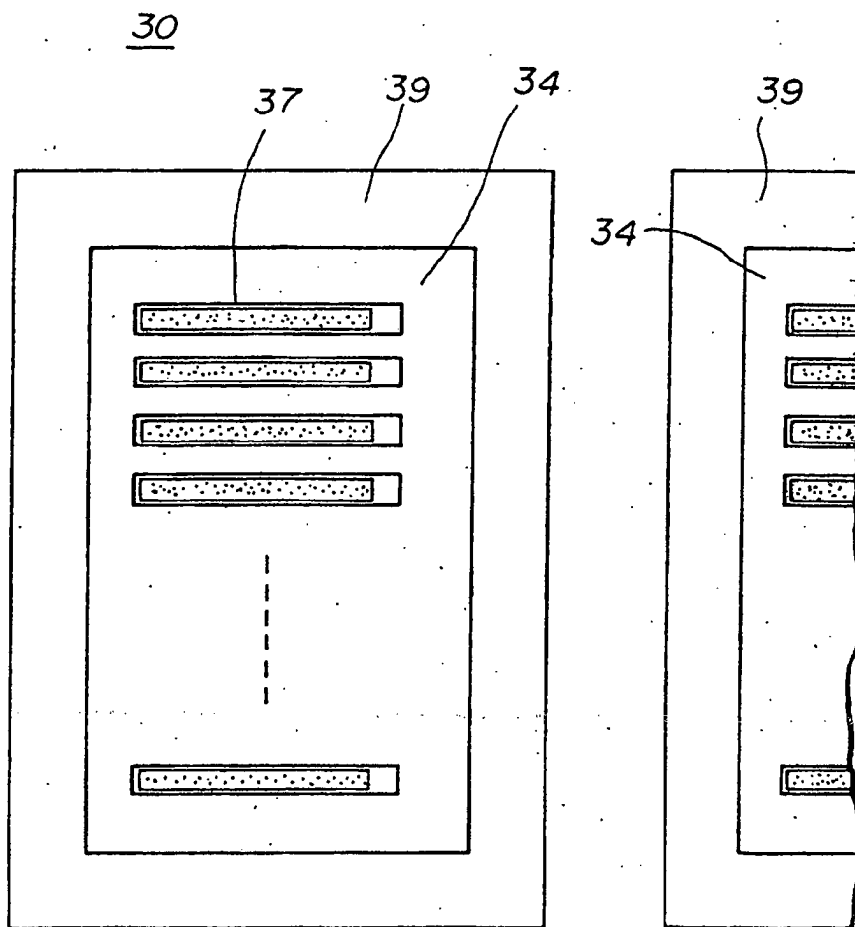


FIG. 5

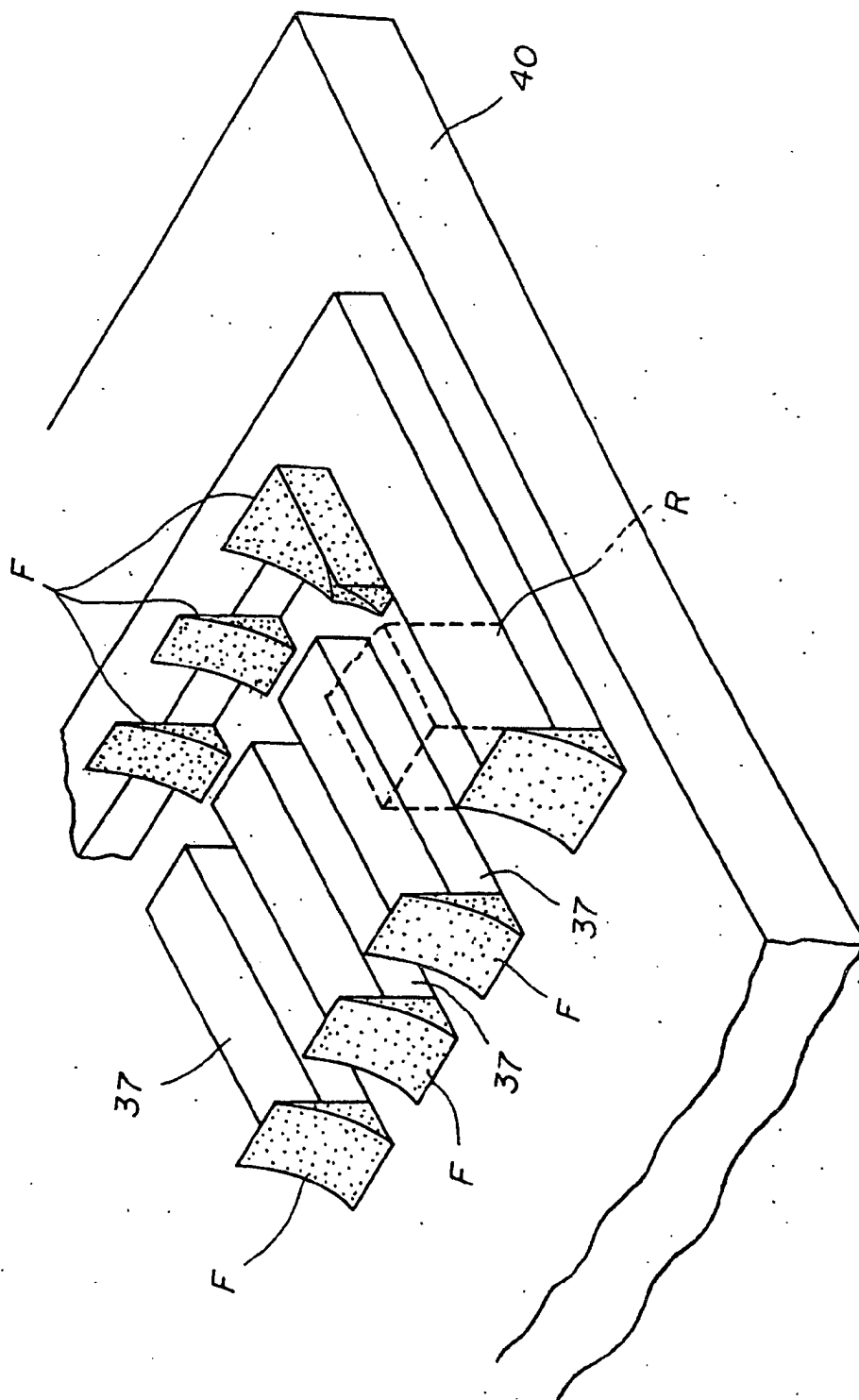


FIG. 6(A)

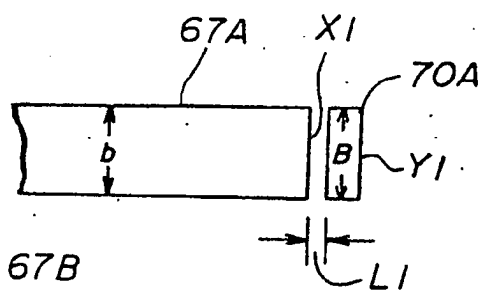


FIG. 6(B)

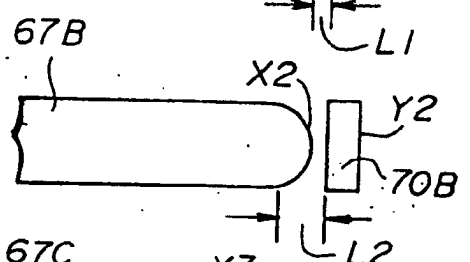


FIG. 6(C)

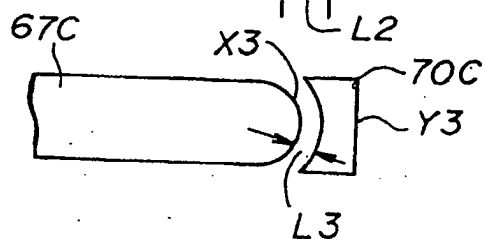


FIG. 6(D)

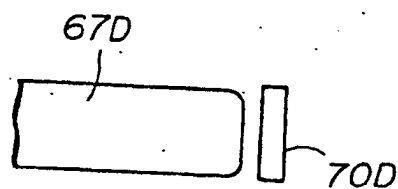


FIG. 7

60

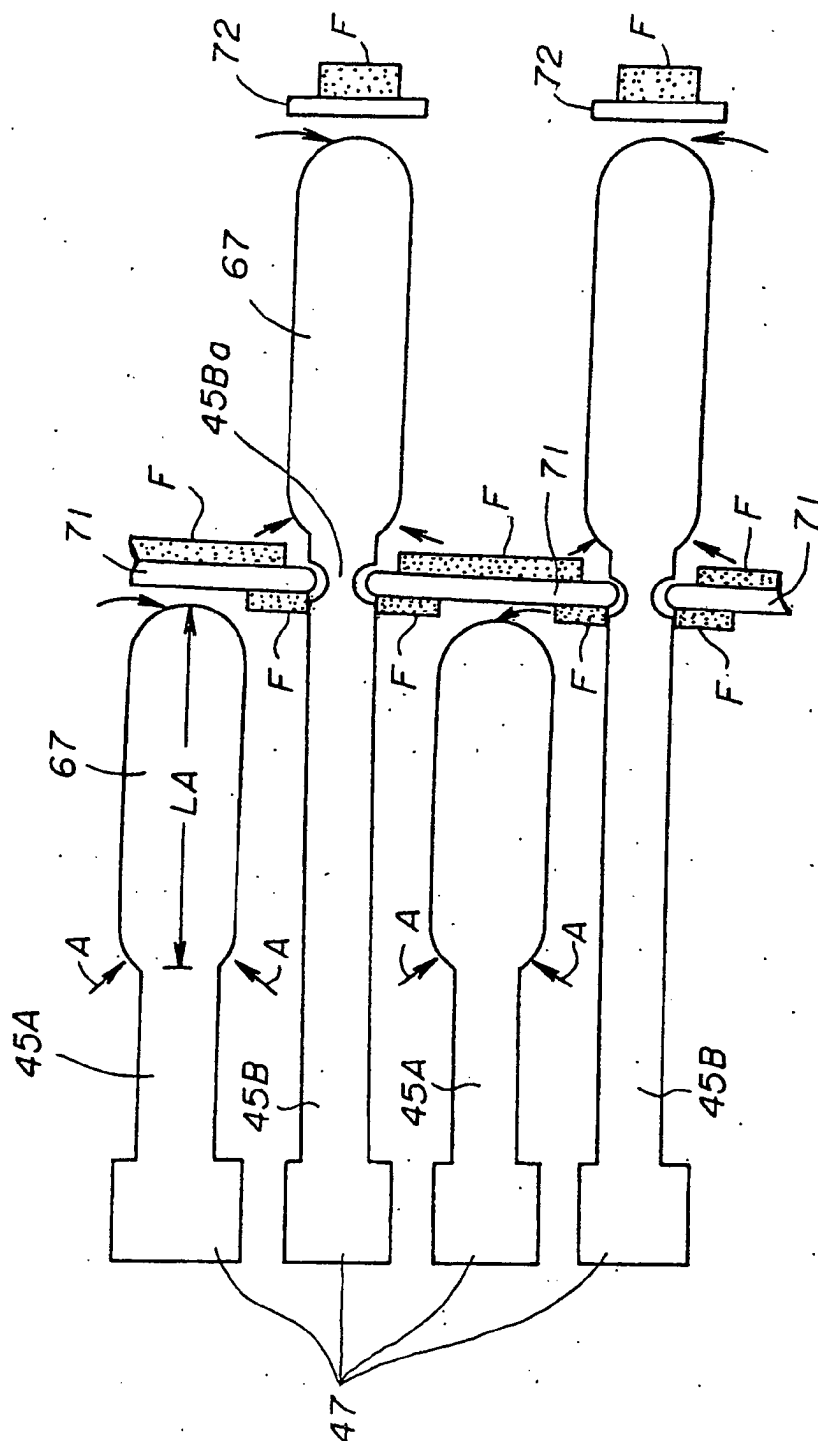


FIG. 8

80

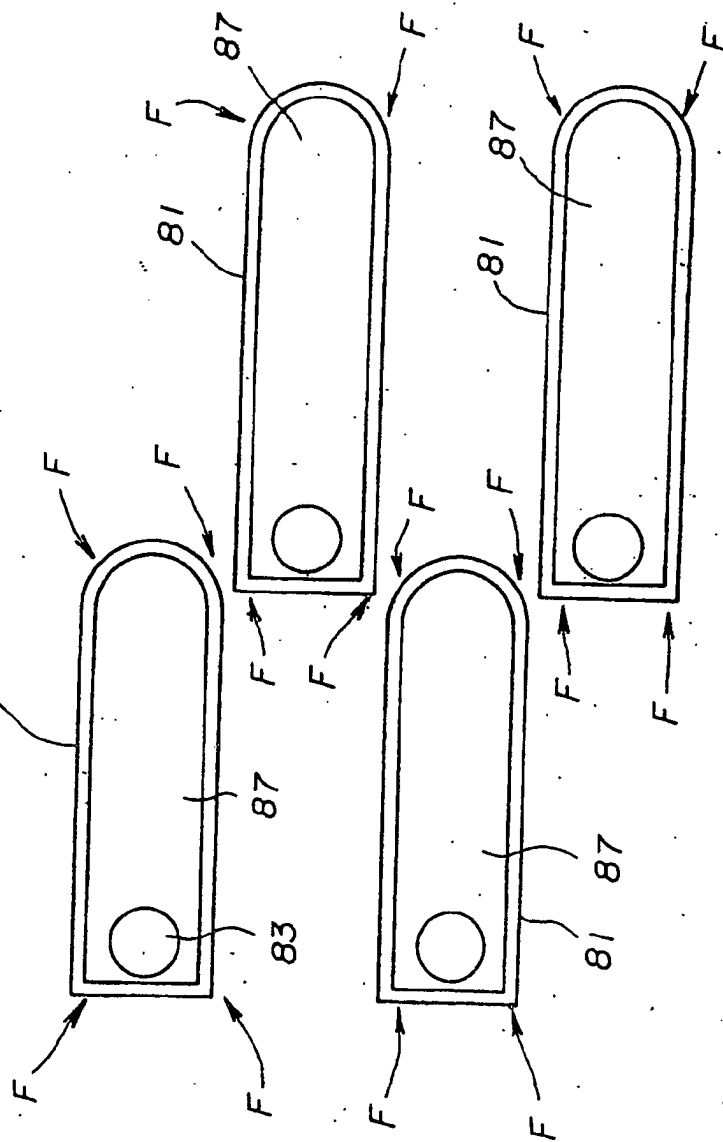


FIG. 9

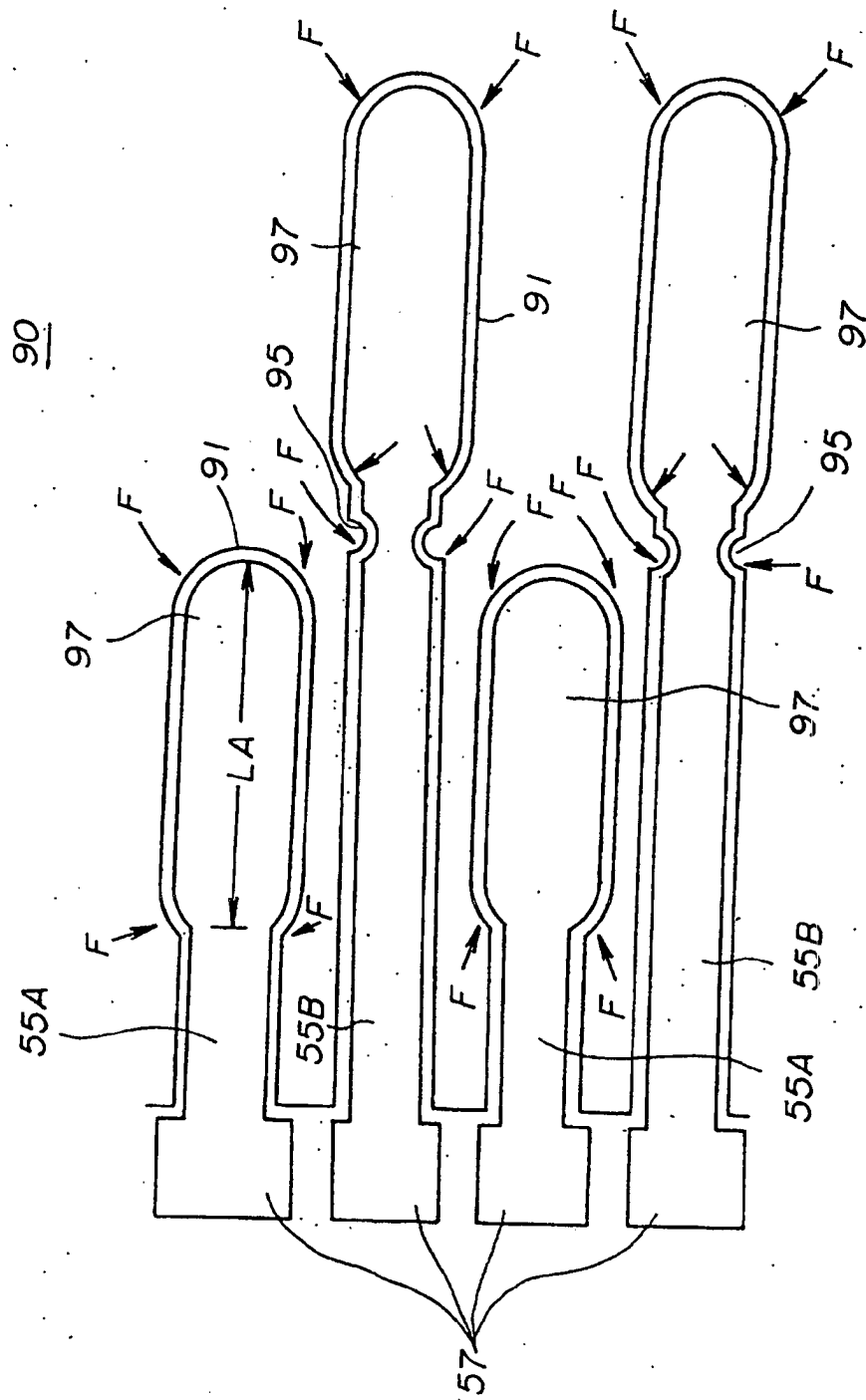


FIG. 10(A)

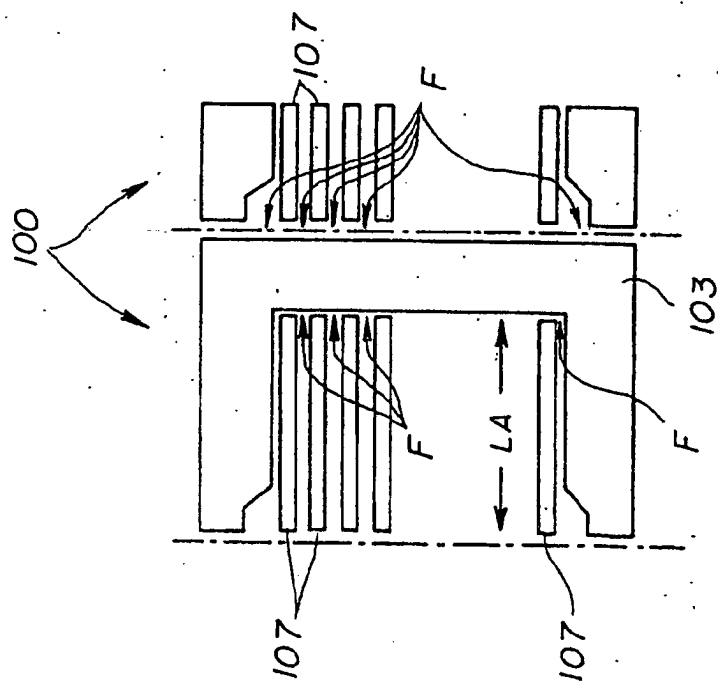


FIG. 10(B)

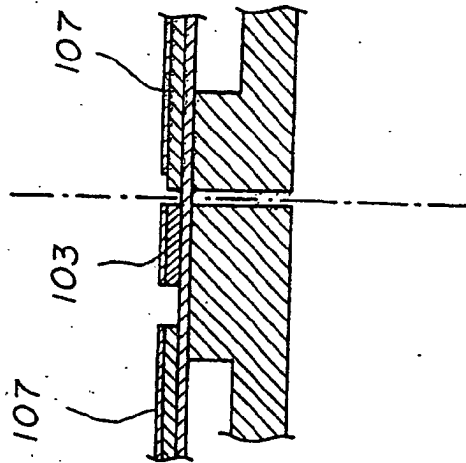


FIG. 11(A)

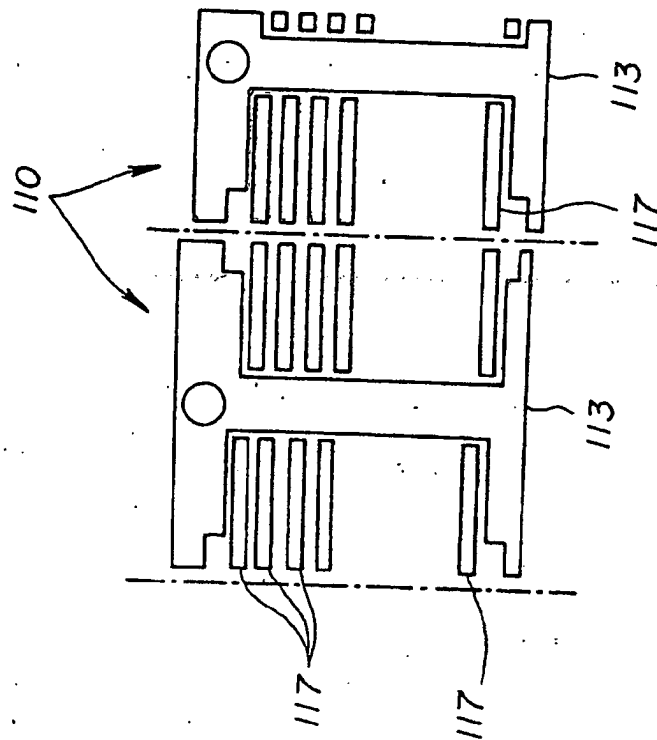


FIG. 11(B)

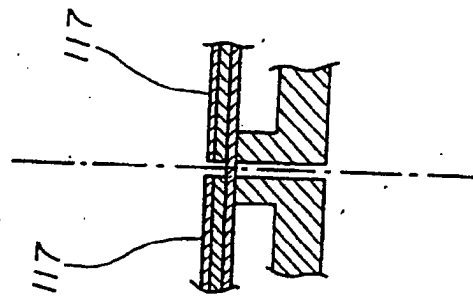


FIG. 12(A)

FIG. 12(B)

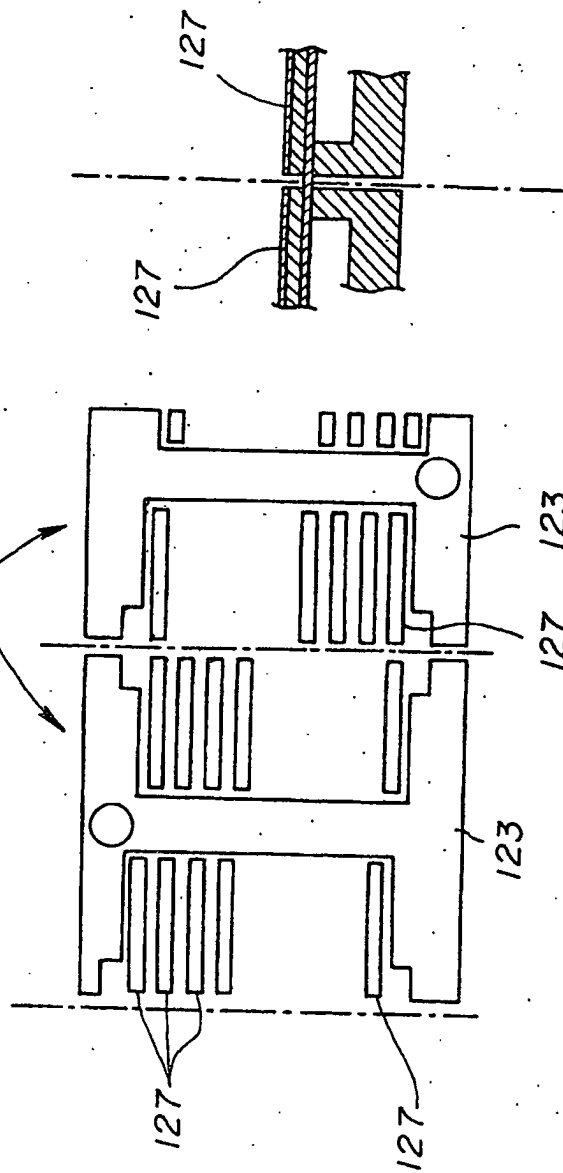


FIG. 13(A)

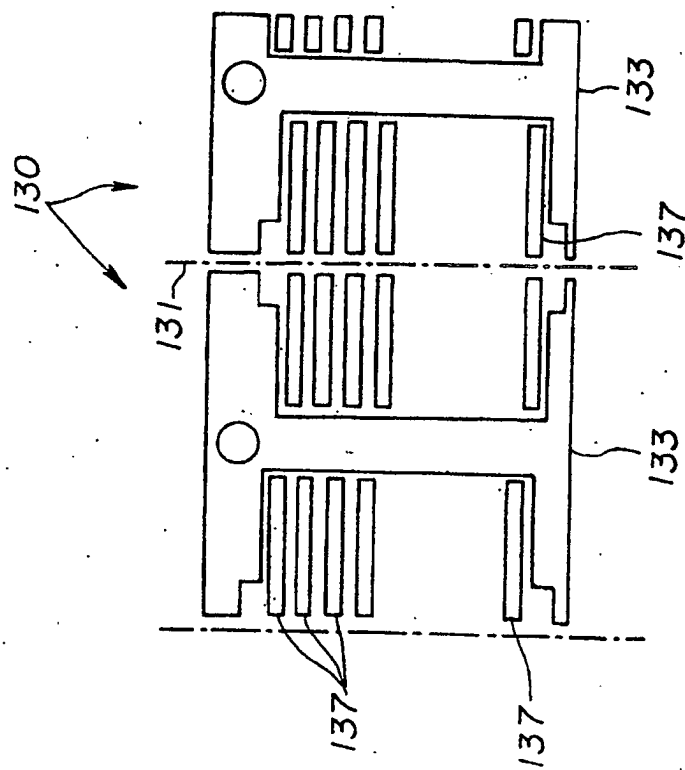


FIG. 13(B)

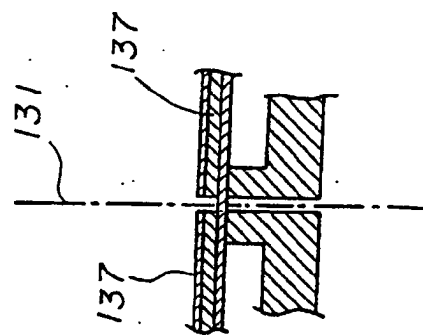


FIG. 14

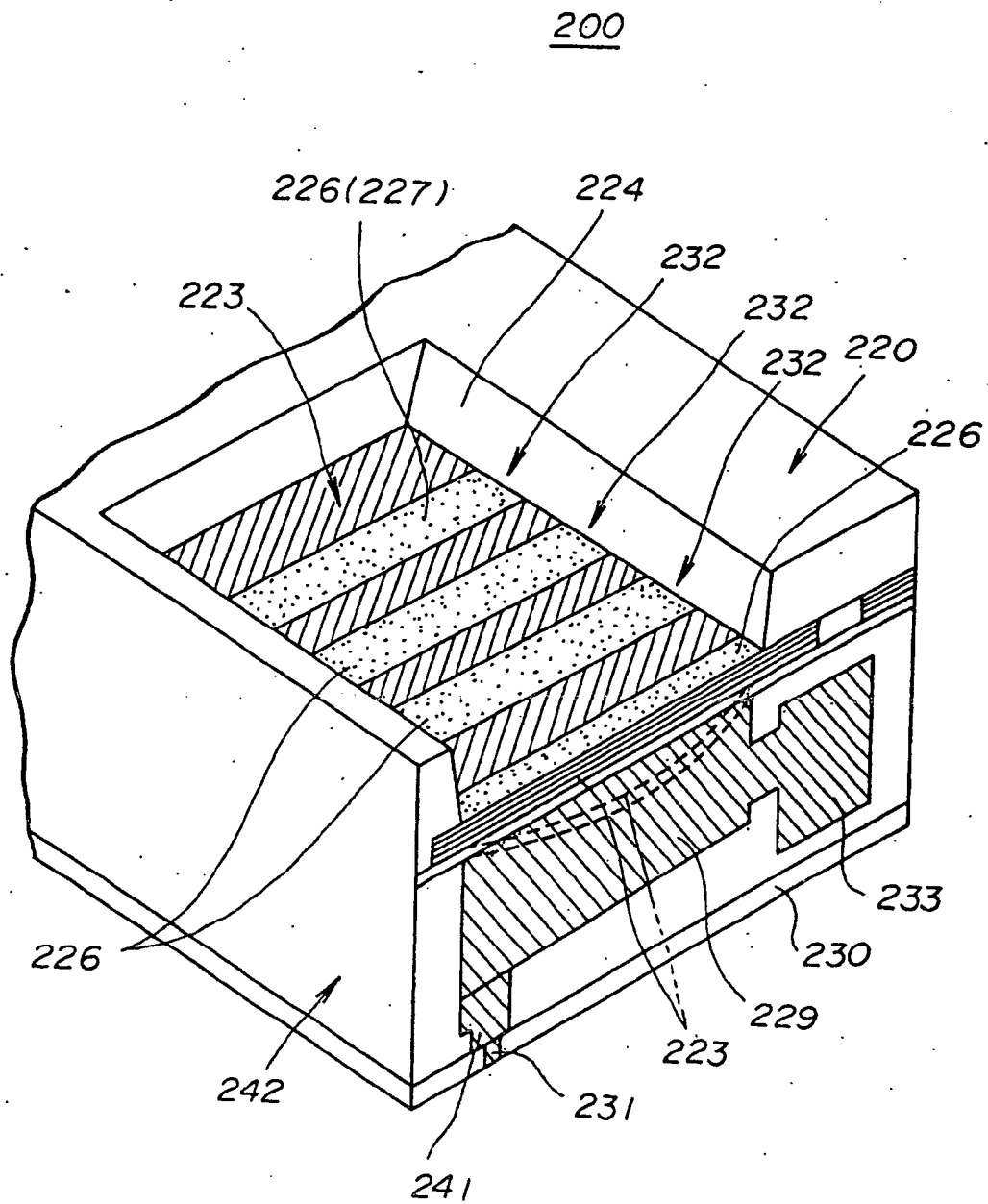


FIG. 15(A)



FIG. 15(B)

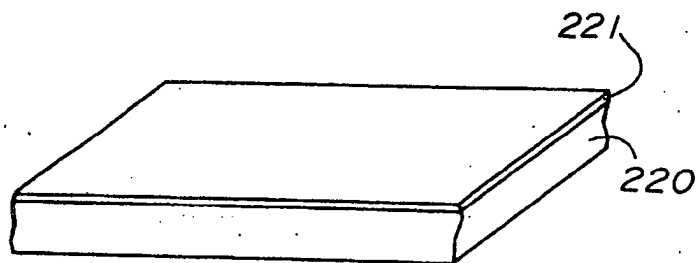


FIG. 15(C)

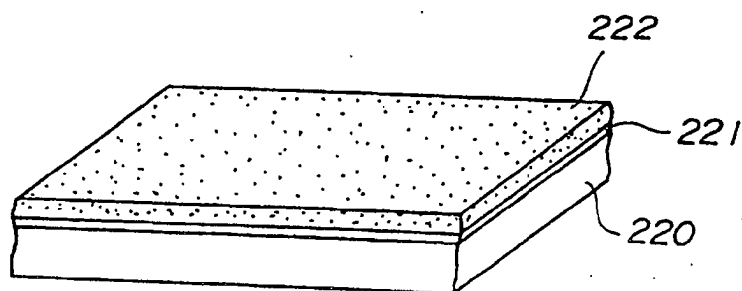


FIG. 15(D)

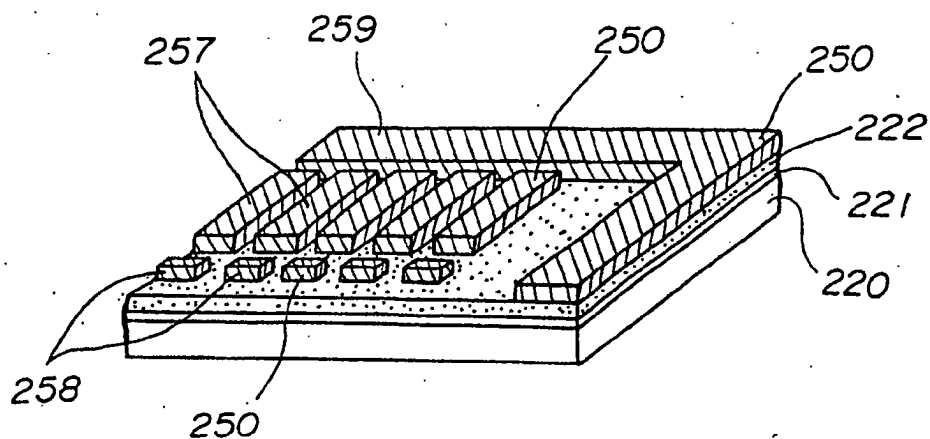


FIG. 15(E)

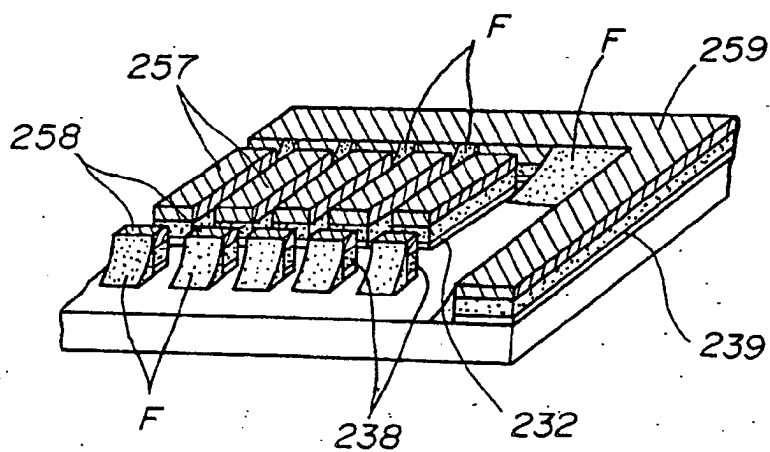


FIG. 15(F)

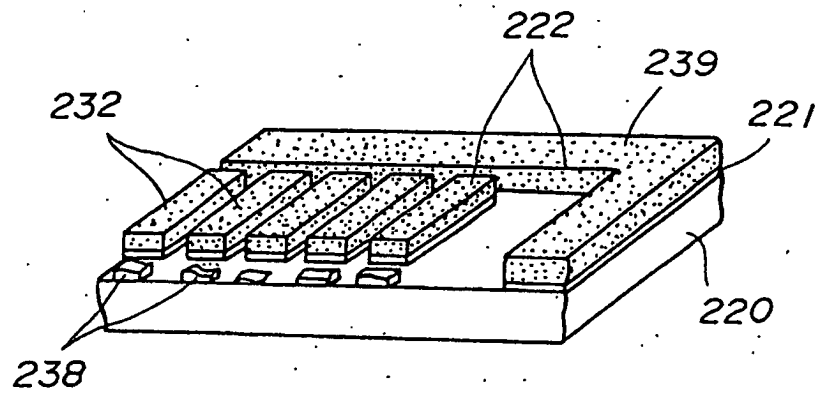


FIG. 15(G)

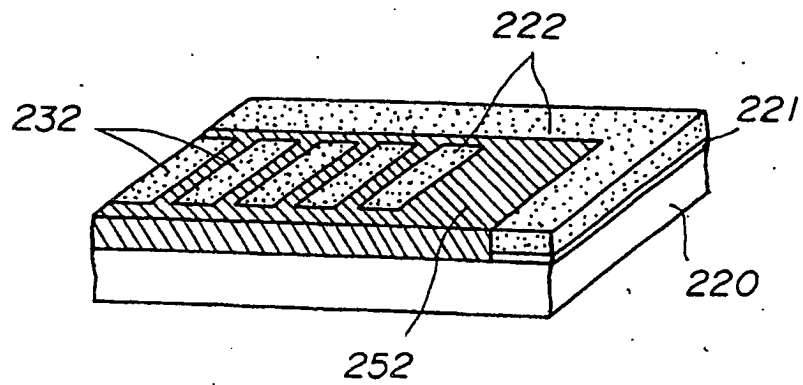


FIG. 15(H)

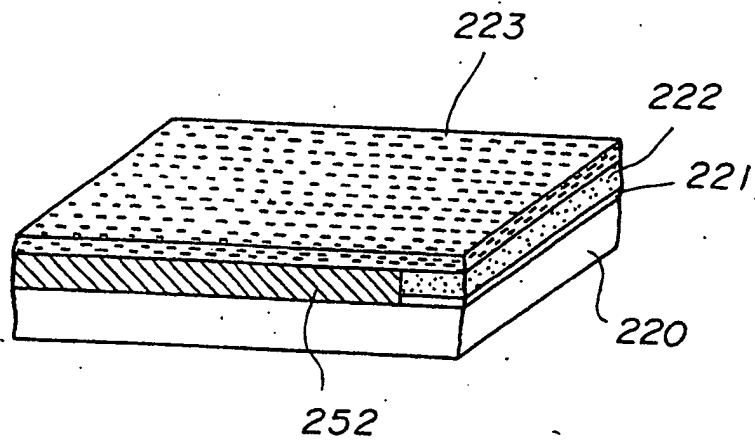


FIG. 15(I)

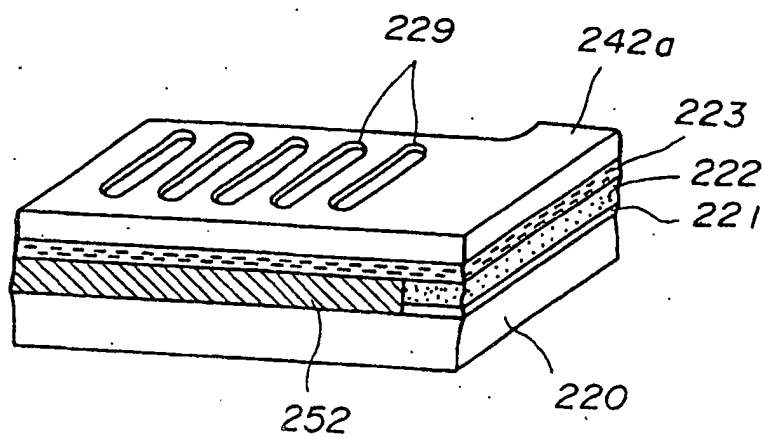


FIG. 15(J)

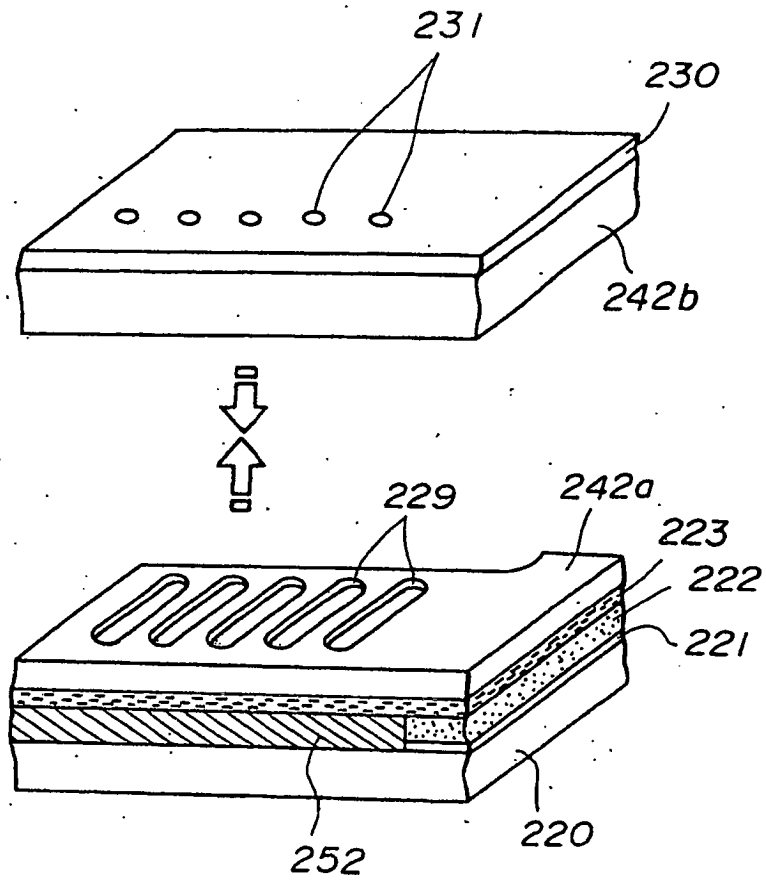


FIG. 15(K)

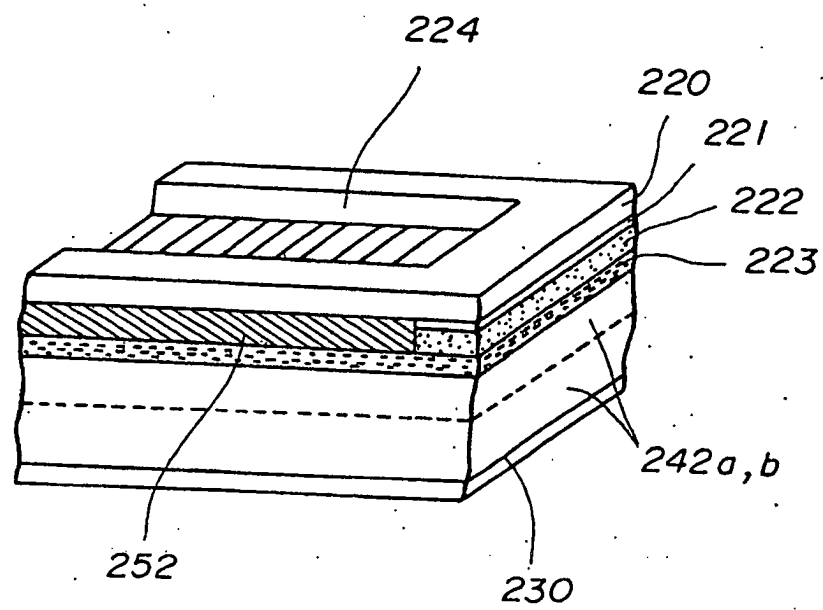


FIG. 16

