

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 200**

51 Int. Cl.:

B41J 2/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2015** **E 15153348 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019** **EP 2915670**

54 Título: **Cabezal de chorro de líquido y aparato de chorro líquido**

30 Prioridad:

07.03.2014 JP 2014045506

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

03.04.2020

73 Titular/es:

**SII PRINTEK INC (100.0%)
8 Nakase 1-chome, Mihama-ku Chiba-shi
Chiba , JP**

72 Inventor/es:

DOMAE, YOSHINORI

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 752 200 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cabezal de chorro de líquido y aparato de chorro líquido

Antecedentes

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un cabezal de chorro de líquido y a un aparato de chorro de líquido que expulsa y graba las gotas de líquido en un medio de grabación.

10

Técnica anterior

En los últimos años, se han usado cabezales de chorro de líquido en un sistema de chorro de tinta, que expulsa gotas de tinta en un papel de grabación o similar para grabar caracteres y figuras, o expulsa un material líquido sobre la superficie del sustrato de un elemento para formar una película delgada funcional. Este sistema introduce un líquido tal como una tinta o un material líquido desde un tanque de líquido a un canal a través de un tubo de suministro, aplica una presión al líquido relleno en el canal y expulsa el líquido a través de una boquilla que se comunica con el canal, como gotas líquidas. Al expulsar las gotas de líquido, este sistema mueve el cabezal de chorro de líquido y/o el medio de grabación para grabar los caracteres y las figuras o para formar una película delgada funcional o una estructura tridimensional que tiene una forma predeterminada.

15

20

La Figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de los canales de chorro 113 de un aparato de chorro de líquido descrito en el documento JP 2001-88295 A. El aparato de chorro de líquido es un aparato de chorro de líquido de tipo disparo lateral en el que un sustrato del actuador 100 fabricado de un material piezoeléctrico, una placa de boquillas 140 y un miembro colector 132 son laminados. El sustrato del actuador 100 se fabrica de un material piezoeléctrico, y el miembro colector 132 se fabrica de una resina sintética. Una pluralidad de canales de chorro 113 se forma en el sustrato del actuador 100. Los canales de chorro 113 tienen una forma de ranura larga y estrecha y penetran en una dirección del grosor del sustrato del actuador 100. Los canales de chorro adyacentes 113 se dividen por una pared lateral 117. Se forma un electrodo de activación 119 sobre una superficie de pared completa de la pared lateral 117. Se proporciona un patrón de una línea de suministro eléctrico (no se ilustra) en una superficie de extremo superior del sustrato del actuador 100, y un extremo de la línea de suministro eléctrico se conecta eléctricamente al electrodo de activación 119 en la superficie de pared y el otro extremo se conecta a un circuito de control. El miembro colector 132 incluye una trayectoria de flujo del colector (no se ilustra) que suministra un líquido a los canales de chorro 113, y una pluralidad de trayectorias de flujo de tinta 134 que se ramifican desde la trayectoria de flujo del colector. Las trayectorias de flujo de tinta 134 del miembro colector 132 se unen en la superficie de extremo superior del sustrato del actuador 100 a través de un adhesivo 138, que corresponde respectivamente a los canales de chorro 113. La placa de boquillas 140 incluye las boquillas que se comunican con los canales de chorro 113, y se une sobre una superficie de extremo inferior del sustrato del actuador 100.

25

30

35

40

45

50

La pared lateral 117 del sustrato del actuador 100 se polariza uniformemente (P) en la dirección del grosor del sustrato del actuador 100. Se aplica una tensión a los electrodos de activación 119c y 119d de un canal de chorro 113a para que se activen. Cuando los electrodos de activación 119b y 119e de dos canales de chorro 113 adyacentes al canal de chorro 113a se conectan a tierra, ambas paredes laterales 117a y 117d del canal de chorro 113a que van a activarse se someten a deformación por deslizamiento del grosor y se deforman en una dirección en la que se aumenta el volumen del canal de chorro 113a. Una pared lateral 137 del miembro colector 132 se deforma después de la deformación de la pared lateral 117 del canal de chorro 113, y se deforma en una dirección en la que aumenta el volumen de las trayectorias de flujo de tinta 134. Por lo tanto, el líquido se arrastra desde la trayectoria de flujo del colector (no se ilustra) a los canales de chorro 113. A continuación, la tensión aplicada a los electrodos de activación 119c y 119d del canal de chorro 113a vuelve a 0 V, y las dos paredes laterales 117a y 117d del canal de chorro 113a vuelven a la forma antes de la deformación. En este momento, se aplica una presión relativamente grande al líquido, y las gotas de líquido se inyectan a través de una boquilla 118a.

55

60

65

El documento JP 2003-110159 A describe una estructura adhesiva en la cual una placa de cerámica piezoeléctrica gruesa y una placa de cerámica piezoeléctrica delgada se adhieren entre sí a través de una capa de adhesión. El procesamiento de polarización se aplica a la placa de cerámica piezoeléctrica gruesa y a la placa de cerámica piezoeléctrica delgada en dirección vertical a la superficie del sustrato, se propician las direcciones de polarización para que sean direcciones opuestas, y las dos placas cerámicas piezoeléctricas se adhieren entre sí a través del adhesivo, de manera que se obtiene una estructura adhesiva (sustrato del cuerpo piezoeléctrico laminado). En ese momento, la rugosidad de una superficie en un lado opuesto a una superficie de adhesión de la placa de cerámica piezoeléctrica delgada se hace a 1 µm o menos en la rugosidad media aritmética (Ra), de manera que se disminuye una curvatura o una ondulación de la estructura adhesiva. Luego, se realiza el corte desde un lado de la placa de cerámica piezoeléctrica delgada hasta una profundidad en el medio de la placa de cerámica piezoeléctrica gruesa, y una pluralidad de ranuras, que se dividen por paredes laterales, se forman en paralelo en una superficie superior de la estructura adhesiva. Se forma un electrodo para la activación de las paredes laterales en todas las superficies de pared de las paredes laterales y las superficies inferiores de las ranuras mediante el uso de un método de deposición

de vapor o un método de pulverización catódica. Una placa superior que incluye una trayectoria de suministro de líquido se adhiere a una cara superior de la estructura adhesiva. Una placa de boquillas que incluye las boquillas se adhiere a una superficie de extremo de la estructura adhesiva. En consecuencia, se configura el cabezal de chorro de líquido. Cuando se aplica una señal de activación al electrodo instalado en ambas superficies de pared de las paredes laterales, las paredes laterales se deforman, se aplica una presión al líquido relleno en las ranuras, y las gotas de líquido se inyectan a través de las boquillas que se comunican con las ranuras.

En los documentos JP 2009-119788 A, JP 2009-178959 A, JP 2009-202455 A, JP 2012-111130 A, JP 2012-187863 A, y JP 2002-505972 W, se describen los cabezales de chorro de líquido que tienen una estructura similar a las ranuras y las paredes laterales descritas en el documento JP 2003-110159 A. Es decir, se forma un sustrato del cuerpo piezoeléctrico laminado, en el que se adhieren entre sí dos sustratos de cuerpo piezoeléctrico polarizados en direcciones mutuamente opuestas, y se forma una pluralidad de ranuras divididas por paredes laterales en paralelo en el sustrato del cuerpo piezoeléctrico laminado. Se forma un electrodo de activación en todas las superficies de pared de las paredes laterales que configuran las ranuras. Cuando se aplica una señal de activación al electrodo de activación, las paredes laterales se deforman, se aplica presión a un líquido relleno en las ranuras y las gotas de líquido se inyectan a través de boquillas que se comunican con las ranuras.

El documento JP 2003-507213 W describe un canal de chorro, en el que se forma una pluralidad de ranuras divididas por paredes laterales en paralelo en una superficie de un sustrato del cuerpo piezoeléctrico, que se polariza en una dirección, y se instala un electrodo de activación en las porciones de la mitad superior de las superficies de pared de las paredes laterales. Cuando se aplica una señal de activación al electrodo de activación, las porciones de la mitad superior de las paredes laterales se someten a deformación por deslizamiento del grosor, y se aplica presión a un líquido relleno en las ranuras, y las gotas de líquido se inyectan a través de boquillas que se comunican con las ranuras.

El documento JP2000108349 (A) describe un cabezal de chorro de tinta en el que una primera ranura que no aloja tinta y una segunda ranura que aloja tinta y que emite la tinta desde el orificio de la boquilla de comunicación se separan entre sí por una pared divisoria. La primera ranura es más grande que la segunda ranura en dos o más de una relación de aspecto que es una relación de profundidad y ancho. Según esta constitución, cuando los electrodos se forman en las superficies laterales de ambas ranuras mediante un revestimiento sin electrodos, una solución de revestimiento no alcanza la superficie inferior de la primera ranura y se forma un electrodo solo en la superficie lateral de la primera ranura.

Resumen

En el aparato de chorro de líquido descrito en JP 2001-88295 A, los canales de chorro adyacentes 113 se dividen por la pared lateral 117 a la que se aplica uniformemente el procesamiento de polarización. El electrodo de activación 119 se forma en toda la superficie de pared de la pared lateral 117. En los cabezales de chorro de líquido descritos en JP 2003-110159 A, JP 2009-119788 A, JP 2009-178959 A, JP 2009-202455 A, JP 2012-111130 A, JP 2012-187863 A y JP 2002-505972 W, los materiales piezoeléctricos que tienen diferentes direcciones de polarización se laminan en las paredes laterales que configuran los canales de chorro, y el electrodo de activación se forma en todas las superficies de pared de las paredes laterales. Como un método para formar el electrodo en todas las superficies de pared de las paredes laterales, puede emplearse un método de revestimiento. Sin embargo, el electrodo formado por el método de revestimiento se deposita sobre las superficies inferiores de las ranuras, además de las superficies de pared de las paredes laterales. Para disponer alternativamente los canales de expulsión y los canales de no expulsión, y realizar un ciclo de activación para expulsar las gotas de líquido a través de todos los canales de expulsión al mismo tiempo, es necesario dividir eléctricamente los electrodos en las dos superficies de pared. Por lo tanto, las etapas del proceso de fabricación se complican y aumenta el número de horas hombre.

Mientras tanto, en el canal de chorro descrito en JP 2003-507213 W, el electrodo se forma en las porciones de la mitad superior de las superficies de pared de las paredes laterales. Si un material conductor, tal como un material metálico, se deposita mediante un método de deposición de vapor oblicuo, los electrodos separados eléctricamente pueden formarse fácilmente en dos superficies de pared que están una frente a la otra a través de la ranura, sin depositar el material conductor sobre la superficie inferior de la ranura. Por lo tanto, no es necesaria una etapa de separación de electrodos para separar eléctricamente los electrodos depositados en las dos superficies de pared. Sin embargo, con una demanda de alta densificación de grabación con el canal de chorro, se estrecha el ancho de ranura de las ranuras que configuran el canal de chorro. El método de deposición de vapor oblicuo requiere un tiempo más largo para depositar el material conductor en la dirección de profundidad de la superficie de pared a medida que el ancho de ranura se estrecha y la productividad se reduce.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la reivindicación 1.

Preferentemente, los canales incluyen además un canal de no expulsión que no expulsa las gotas de líquido, la pared lateral se instala entre el canal de expulsión y el canal de no expulsión, el electrodo incluye un electrodo individual instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión, y un electrodo común instalado en la

superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión, y el electrodo individual se instala desde el extremo superior de la superficie de pared del canal de no expulsión, hasta el límite de polarización, o por debajo del límite de polarización y arriba del extremo inferior de la superficie de pared del canal de no expulsión.

5 Preferentemente, la resistencia mecánica del miembro superior es menor que la del miembro inferior.

El miembro superior puede ser una placa de boquillas en la que se forma una boquilla que expulsa las gotas de líquido, y el miembro inferior puede ser una placa de recubrimiento.

10 Alternativamente, el miembro superior puede ser una placa de recubrimiento, y el miembro inferior puede fabricarse del material piezoeléctrico.

Preferentemente, el electrodo se fabrica de un material conductor formado por un método de deposición de vapor oblicuo.

15 Un aparato de chorro de líquido de la presente invención incluye el cabezal de chorro de líquido, un mecanismo de movimiento que mueve relativamente el cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación, un tubo de suministro de líquido que suministra un líquido al cabezal de chorro de líquido y un tanque de líquido que suministra el líquido al tubo de suministro de líquido.

20 El cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención incluye una pared lateral instalada entre un canal y un canal, y en la que dos materiales piezoeléctricos que tienen direcciones de polarización mutuamente diferentes se laminan en una dirección de la altura, que interpone un límite de polarización, un miembro superior fijado a un extremo superior de la pared lateral, e instalado en las porciones superiores de los canales, un miembro inferior fijado a un extremo inferior de la pared lateral e instalado en las porciones inferiores de los canales, y un electrodo instalado en una superficie de pared de la pared lateral, en el que el límite de polarización se posiciona por encima de 1/2 de la altura de la pared lateral, y el electrodo se instala desde un extremo superior de la superficie de pared, hasta una cercanía del límite de polarización, o por debajo del límite de polarización y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared. En consecuencia, se puede hacer que la cantidad de desplazamiento de la pared lateral sea un nivel suficiente para expulsar las gotas de líquido.

Breve descripción de los dibujos

35 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora solo a manera de un ejemplo adicional y con referencia a los dibujos acompañantes en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de los canales aplicados a un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una primera realización de la presente invención;

Las Figuras 2A y 2B son diagramas para describir una relación entre la altura de un límite de polarización de una pared lateral y una cantidad de desplazamiento de la pared lateral;

40 Las Figuras 3A y 3B son diagramas explicativos de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

Las Figuras 4A y 4B son diagramas explicativos de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una tercera realización de la presente invención;

45 La Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de chorro de líquido de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención; y

La Figura 6 es una vista esquemática en sección transversal de los canales de chorro de un aparato de chorro de líquido conocido convencionalmente.

Descripción detallada

50 (Primera Realización)

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de los canales aplicados a un cabezal de chorro de líquido 1 de acuerdo con una primera realización de la presente invención. La primera realización representa una configuración básica de la presente invención. Como se ilustra en la Figura 1, el cabezal de chorro de líquido 1) incluye un canal 2, una pared lateral 3 fabricada de un material piezoeléctrico y dispuesta entre los canales 2, un miembro superior 4 fijado a un extremo superior de la pared lateral 3 e instalado en una porción superior del canal 2, un miembro inferior 5 fijado a un extremo inferior de la pared lateral 3 e instalado en una porción inferior del canal 2, y un electrodo 6 instalado en una superficie de pared de la pared lateral 3. La pared lateral 3 tiene dos materiales piezoeléctricos que tienen direcciones de polarización mutuamente diferentes y laminados en una dirección de la altura (dirección z), que interpone un límite de polarización B. Una altura Bz del límite de polarización B se posiciona por encima de h/2 de una altura h de la pared lateral 3. El electrodo 6 se instala desde un extremo superior de la superficie de pared hasta una cercanía del límite de polarización B o por debajo del límite de polarización B y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared. Aquí, la "cercanía del límite de polarización B" incluye no solo ligeramente por encima de la posición del límite de polarización B, sino también ligeramente por debajo de la posición del límite de polarización B (lo mismo se aplica a la descripción a continuación).

Como se describió anteriormente, la altura B_z del límite de polarización B se instala por encima de $h/2$ de la altura h de la pared lateral 3, de manera que una cantidad de desplazamiento de la pared lateral 3 en una dirección y puede optimizarse a un nivel suficiente para expulsar las gotas de líquido. Por lo tanto, puede aplicarse un método de deposición de vapor oblicuo, que es difícil de depositar un material muy por debajo de la pared lateral 3, y los electrodos 6 pueden formarse de manera simple y fácil.

Como la pared lateral 3, se usa el material piezoeléctrico y, por ejemplo, puede usarse cerámica de titanato zirconato de plomo (PZT). En la pared lateral 3, un material piezoeléctrico (sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a) se polariza en una dirección vertical de una superficie del miembro superior 4 y el otro material piezoeléctrico (sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b) se polariza (P) en una dirección opuesta al único material, que interpone el límite de polarización B. Como el miembro superior 4, se usa un material plástico, un material metálico, un material cerámico o similares. El miembro superior 4 puede ser una placa de boquillas, o una placa de recubrimiento, por ejemplo. Cuando el miembro superior 4 es una placa de boquillas, puede usarse una película de poliimida u otros materiales plásticos. Cuando el miembro superior 4 es una placa de recubrimiento, puede usarse una cerámica PZT u otros materiales cerámicos, un material plástico o similares. Como el electrodo 6, se usa un material conductor fabricado de un material metálico o un material semiconductor, y el electrodo 6 puede formarse por medio de un método de deposición de vapor oblicuo. Por ejemplo, puede usarse Ti, Ni, Al, Au, Ag, Si, C, Pt, Ta, Sn o In. La longitud del canal 2 es de 3 a 8 mm en una dirección de profundidad de la superficie del papel, el ancho del canal 2 es de 30 a 100 μm y la altura h del canal 2 (la altura h es la misma que la altura h de la pared lateral 3) es de 250 a 400 μm .

Se dará una descripción específica. El canal 2 incluye un canal de expulsión 2a que expulsa las gotas de líquido y un canal de no expulsión 2b que no expulsa las gotas de líquido, y el canal de expulsión 2a y el canal de no expulsión 2b se disponen alternativamente en la dirección y . La pared lateral 3 se instala entre el canal de expulsión 2a y el canal de no expulsión 2b. El electrodo 6 incluye un electrodo común 6a instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión 2a, y un electrodo individual 6b instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de no expulsión 2b. El electrodo individual 6b se instala desde un extremo superior de una superficie de pared del canal de no expulsión 2b, hasta el límite de polarización B o por debajo del límite de polarización B y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared. El electrodo común 6a se instala desde el extremo superior de la superficie de pared, hasta una cercanía del límite de polarización B, o por debajo del límite de polarización B y por encima del extremo inferior de la pared lateral 3. El miembro superior 4 puede tener una resistencia mecánica menor que el miembro inferior 5. Por ejemplo, puede usarse como el miembro superior 4, una placa de boquillas fabricada de una película de poliimida o una placa delgada de metal, y puede usarse como el miembro inferior 5, una cerámica PZT. Tenga en cuenta que, incluso cuando el miembro superior 4 y el miembro inferior 5 usan el mismo material, si el miembro superior 4 es delgado y el miembro inferior 5 es grueso, el miembro superior 4 tiene menor resistencia mecánica que el miembro inferior 5.

Aquí, se describirán los efectos técnicos de emplear la "cercanía del límite de polarización B". Se proporciona una diferencia de potencial entre los electrodos 6 en la pared lateral 3 de la presente realización, y se aplica un campo eléctrico al cuerpo piezoeléctrico (pared lateral 3). En este caso, el campo eléctrico se expande no solo a un rango donde se forma el electrodo del cuerpo piezoeléctrico, sino también a un rango donde no se forma el electrodo del cuerpo piezoeléctrico (un lado inferior del electrodo común 6a en la Figura 1). Por lo tanto, en la presente realización, si se hace que el rango del lado inferior del electrodo común 6a sea la "cercanía del límite de polarización B", el campo eléctrico se aplica al lado inferior del electrodo común 6a, donde el electrodo común 6a no se forma, y la pared lateral 3 puede activarse, mediante el uso de un denominado "campo eléctrico con fugas", incluso si el electrodo común 6a se interrumpe en un lado superior del límite de polarización B.

Se puede esperar una reducción en el costo al formar tal electrodo común 6a y el electrodo individual 6b por medio de un método de deposición de vapor oblicuo, en comparación con un método de revestimiento. Es decir, con el método de revestimiento, el grosor de la película de una capa de revestimiento es grueso y, por ejemplo, el material conductor se une a todas las superficies de pared de las paredes laterales 3 que configuran los canales 2. En particular, el material conductor se une mediante chapado a una superficie en un lado opuesto en la dirección z a la superficie donde se incluyen los canales 2 del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Por lo tanto, aumenta el costo de consumo del material del electrodo, tal como el oro caro. Por el contrario, con el método de deposición de vapor oblicuo, el rango donde se forma el material conductor se limita a una superficie de deposición, y por lo tanto, el costo de consumo del material del electrodo es menos costoso que el método de revestimiento.

El cabezal de chorro de líquido 1 se activa como sigue. Primero, se rellena un líquido en el canal de expulsión 2a. Luego, el electrodo común 6a se ajusta a un potencial GND, y se aplica una tensión de activación a los electrodos individuales 6b en el lado del canal de expulsión 2a, de los dos canales de no expulsión 2b adyacentes al canal de expulsión 2a. Luego, las dos paredes laterales 3 que se interponen al canal de expulsión 2a se someten a deformación por deslizamiento del grosor y se doblan dos veces, y expanden el volumen del canal de expulsión 2a, y el líquido se introduce en el canal de expulsión 2a. A continuación, los electrodos individuales 6b se devuelven al potencial GND, las dos paredes laterales 3 que se interponen al canal de expulsión 2a se devuelven a las posiciones originales, y se induce una onda de presión al líquido. La onda de presión se transfiere a las boquillas (no se ilustran), y las gotas de líquido se expulsan a través de las boquillas.

Las Figuras 2A y 2B son diagramas para describir una relación entre la altura B_z del límite de polarización B de la pared lateral 3 y la cantidad de desplazamiento Δy de la pared lateral 3. La Figura 2A es un resultado de simulación que indica la cantidad de desplazamiento Δy de la pared lateral 3 en la dirección y de cuando los extremos inferiores del electrodo común 6a y del electrodo individual 6b se fijan por debajo de la altura B_z del límite de polarización B, y la altura B_z (dirección z) del límite de polarización B cambia. La Figura 2B es una vista esquemática en sección transversal del canal de expulsión 2a. B_z , h, h_1 y h_2 son alturas de la pared lateral 3 desde el extremo inferior. Un terminal T1 se conecta eléctricamente a los dos electrodos comunes 6a instalados en las superficies de pared que se orientan hacia el canal de expulsión 2a, y un terminal T2 se conecta eléctricamente a los dos electrodos individuales 6b instalados en las superficies de pared en el lado del canal de expulsión 2a, de los dos canales de expulsión 2b que se interponen al canal de expulsión 2a. Las líneas continuas ilustran un estado de la pared lateral 3 antes de que se aplique la tensión entre los terminales T1 y T2, y las líneas discontinuas indican un estado de la pared lateral 3 cuando el terminal T1 se conecta al GND, y se aplica la tensión al terminal T2. En la Figura 2A, el eje horizontal representa la altura B_z del límite de polarización B, y el eje vertical representa la cantidad de desplazamiento Δy de la pared lateral 3 en la dirección y. La eficiencia de expulsión de las gotas de líquido se mejora a medida que aumenta la cantidad de desplazamiento Δy .

Aquí, los extremos inferiores del electrodo común 6a y del electrodo individual 6b se fijan a una altura, que está por debajo de una altura de cuando la altura B_z del límite de polarización B se vuelve más baja. En la simulación anterior, los extremos inferiores del electrodo común 6a y del electrodo individual 6b se fijan aproximadamente a la altura de $h/2$. Tenga en cuenta que una placa de boquillas fabricada de una película de poliimida se usa como el miembro superior 4, un material que tiene una resistencia mecánica suficientemente mayor que el miembro superior 4 se usa como el miembro inferior 5, y una cerámica PZT se usa como la pared lateral 3. Una porción superior por encima del límite de polarización B de la pared lateral 3 se polariza en la dirección z, y una porción inferior por debajo del límite de polarización B se polariza en la dirección -z.

A partir del gráfico ilustrado en la Figura 2A, la altura B_z del límite de polarización B que maximiza la cantidad de desplazamiento Δy es de 0,6 a 0,7 h. Es decir, la posición (altura B_z) del límite de polarización B que maximiza la eficiencia de expulsión de las gotas de líquido se encuentra por encima de $h/2$ de la altura h de la pared lateral 3, bajo la condición de que el miembro superior 4 tenga una resistencia mecánica suficientemente inferior que el miembro inferior 5. Tenga en cuenta que, a partir de otro resultado de la simulación, cuando el electrodo común 6a se ajusta al potencial GND, y la tensión de activación se aplica al electrodo individual 6b para activar la pared lateral 3, la cantidad de desplazamiento Δy de la pared lateral 3 se hace mayor cuando se hace que la altura h_2 del extremo inferior del electrodo individual 6b sea menor que la altura h_1 del extremo inferior del electrodo común 6a ($h_1 > h_2$), en lugar del caso opuesto ($h_2 > h_1$). Por lo tanto, se hace que la altura h_2 del extremo inferior del electrodo individual 6b satisfaga la fórmula 1 de manera que la altura h_2 se convierta en la altura B_z del límite de polarización B o menos, y se sitúe por encima del extremo inferior de la pared lateral 3. Además, se hace que la altura h_1 del extremo inferior del electrodo común 6a satisfaga la fórmula 2 de manera que la altura h_1 se convierta en una altura en la cercanía de la altura del límite de polarización B ($B_z - h/10$ a $B_z + h/10$), o quede por debajo de la altura del límite de polarización B y por encima del extremo inferior de la pared lateral 3.

$$0 < h_2 \leq B_z \quad (1)$$

$$0 < h_1 \leq (B_z + h/10) \quad (2)$$

(Segunda Realización)

Las Figuras 3A y 3B son diagramas explicativos de un cabezal de chorro de líquido 1 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención. La Figura 3A es una vista esquemática en perspectiva despiezada del cabezal de chorro de líquido 1, y la Figura 3B es una vista esquemática en sección transversal de un canal de expulsión 2a a lo largo de una dirección longitudinal (dirección x). El cabezal de chorro de líquido 1 es un cabezal de chorro de líquido de tipo disparo en el borde. Las mismas porciones o las porciones que tienen la misma función se denotan con el mismo signo de referencia.

Como se ilustra en las Figuras 3A y 3B, el cabezal de chorro de líquido 1 incluye un sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, una placa de recubrimiento 9 instalada en una superficie superior UP del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7 y una placa de boquillas 8 instalada en una superficie de extremo de un lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. El canal de expulsión 2a y un canal de no expulsión 2b, que son estrechos y largos en la dirección x, se forman alternativamente en una dirección y en el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Se instala una pared lateral 3 entre el canal de expulsión 2a y el canal de no expulsión 2b. Una porción de extremo de un lado del canal de expulsión 2a en la dirección x se abre a la superficie de extremo de un lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, y la otra porción de extremo en la dirección x sube a la superficie superior UP y se forma cerca de una superficie de extremo del otro lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Una porción de extremo de un lado del canal de no expulsión 2b en la dirección x se abre a la superficie de extremo de un lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, y una porción de extremo del otro lado en la dirección x se abre a la superficie de extremo del otro lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7.

La placa de recubrimiento 9 incluye una cámara de líquido 9a, y una hendidura 9b se instala en la cámara de líquido 9a. La cámara de líquido 9a se comunica con la porción de extremo del otro lado del canal de expulsión 2a a través de la hendidura 9b. La placa de boquillas 8 incluye una boquilla 8a, y la boquilla 8a se comunica con el canal de expulsión 2a que se abre a la superficie de extremo de un lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Aquí, puede usarse una cerámica PZT como el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Puede usarse un material plástico o un material cerámico como la placa de recubrimiento 9. Puede usarse un material plástico o un material metálico como la placa de boquillas 8. Se usa un material conductor fabricado de un material metálico o un material semiconductor como el electrodo 6, y el electrodo 6 puede formarse por medio de un método de deposición de vapor oblicuo. Por ejemplo, puede usarse Ti, Ni, Al, Au, Ag, Si, C, Pt, Ta, Sn o In. La longitud del canal 2 es de 3 a 8 mm en la dirección x, el ancho del canal 2 es de 30 a 100 μm , y la altura h del canal 2 es de 250 a 400 μm .

En el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, dos materiales piezoeléctricos que tienen direcciones de polarización mutuamente diferentes se laminan en la dirección de la altura (dirección z), que interpone un límite de polarización B. Para ser específicos, un sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a que se polariza en una dirección vertical de la superficie superior UP, y un sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b que se polariza en una dirección opuesta a la dirección de polarización del sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a se laminan a través de un adhesivo. La placa de recubrimiento 9 se fija a un extremo superior de la pared lateral 3, y se instala en las porciones superiores del canal de expulsión 2a y del canal de no expulsión 2b. La placa de recubrimiento 9 funciona como un miembro superior 4. El sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b debajo de las superficies inferiores del canal de expulsión 2a y del canal de no expulsión 2b funciona como un miembro inferior 5. Es decir, el miembro inferior 5 se fija a un extremo inferior de la pared lateral 3, y se instala en las porciones inferiores del canal de expulsión 2a y del canal de no expulsión 2b.

Se instala un electrodo 6 en una superficie de pared de la pared lateral 3. El límite de polarización B se posiciona por encima de $1/2$ de la altura de la pared lateral 3, y el electrodo 6 se instala desde un extremo superior de la superficie de pared, hasta una cercanía del límite de polarización B, o por debajo del límite de polarización B y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared. El electrodo 6 incluye un electrodo común 6a instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión 2a, y un electrodo individual 6b (no se ilustra) instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de no expulsión 2b. El electrodo individual 6b se instala desde el extremo superior de la superficie de pared, hasta el límite de polarización B, o por debajo del límite de polarización B y por encima del extremo inferior de la superficie de pared. El electrodo 6 satisface las fórmulas (1) y (2) descritas anteriormente donde la altura del límite de polarización B desde el extremo inferior de la pared lateral 3 es B_z , la altura de un extremo inferior del electrodo común 6a es h_1 , la altura de un extremo inferior del electrodo individual 6b es h_2 , y la altura de la pared lateral 3 desde el extremo inferior hasta el extremo superior es h.

Un terminal común 10a conectado eléctricamente a los electrodos comunes 6a, y un terminal individual 10b que se conecta eléctricamente a los electrodos individuales 6b instalados en las superficies de pared en el lado del canal de expulsión 2a, de los dos canales de no expulsión 2b que se interponen al canal de expulsión 2a, se incluyen en la superficie superior UP de un lado opuesto al lado donde se instala la placa de boquillas 8, del sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a. Se aplica una tensión de activación entre el terminal común 10a y el terminal individual 10b, de manera que las dos paredes laterales 3 que se interponen al canal de expulsión 2a se someten a deformación por deslizamiento del grosor, se provoca una onda de presión en un líquido relleno en el canal de expulsión 2a, y cuando la onda de presión alcanza la boquilla 8a, se expulsan gotas de líquido a través de la boquilla 8a.

Como se describió anteriormente, cuando el electrodo 6 se instala desde el extremo superior de la superficie de pared, hasta por encima del extremo inferior de la superficie de pared, la altura B_z del límite de polarización B se instala por encima de $1/2$ de la altura de la pared lateral 3, de manera que una cantidad de desplazamiento de la pared lateral 3 en la dirección y puede optimizarse a un nivel suficiente para expulsar las gotas de líquido. Incluso si la resistencia mecánica de la placa de recubrimiento 9 como el miembro superior 4 es menor que la del sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b como el miembro inferior 5, puede aumentarse la cantidad de cambio del volumen del canal de expulsión 2a. Además, puede aplicarse el método de deposición de vapor oblicuo que es difícil de formar el electrodo común 6a y el electrodo individual 6b muy por debajo de la pared lateral 3, y por lo tanto, el electrodo común 6a y el electrodo individual 6b pueden formarse de manera simple y fácil.

(Tercera Realización)

Las Figuras 4A y 4B son diagramas explicativos de un cabezal de chorro de líquido 1 de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. La Figura 4A es una vista esquemática en perspectiva despiezada del cabezal de chorro de líquido 1, y la Figura 4B es una vista esquemática en sección transversal de un canal de expulsión 2a a lo largo de una dirección longitudinal (dirección x). El cabezal de chorro de líquido 1 es un cabezal de chorro de líquido de tipo disparo lateral. Las mismas porciones o las porciones que tienen la misma función se denotan con el mismo signo de referencia.

Como se ilustra en las Figuras 4A y 4B, el cabezal de chorro de líquido 1 incluye un sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, una placa de boquillas 8 instalada en una superficie superior UP del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7 y una placa de recubrimiento 9 instalada en una superficie inferior LP del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. El canal de expulsión

2a y un canal de no expulsión 2b, que son largos y estrechos en la dirección x, se forman alternativamente en una dirección y en el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Se instala una pared lateral 3 entre el canal de expulsión 2a y el canal de no expulsión 2b. El canal de expulsión 2a y el canal de no expulsión 2b penetran en la dirección del grosor de la placa del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. El canal de expulsión 2a se forma desde una posición cerca de una porción de extremo de un lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7 en la dirección x a una posición cerca de una porción de extremo del otro lado en la dirección x. Una porción central del canal de expulsión 2a se abre con una forma larga y estrecha en la dirección x de la superficie superior UP, y ambas porciones extremas forman pendientes ahusadas desde la superficie superior UP a la superficie inferior LP. Una porción central del canal de no expulsión 2b tiene una forma invertida con respecto al canal de expulsión 2a, y ambas porciones extremas tienen una cierta profundidad desde la superficie superior UP y se extienden a ambas superficies de extremo del sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Es decir, el canal de no expulsión 2b se abre desde una porción de extremo de un lado a una porción de extremo del otro lado de la superficie superior UP.

La placa de recubrimiento 9 incluye dos cámaras de líquido 9a, y una cámara de líquido 9a se comunica con una porción de extremo del canal de expulsión 2a, y la otra cámara de líquido 9a se comunica con la otra porción de extremo del canal de expulsión 2a. El canal de no expulsión 2b no se abre a una región de abertura en el lado del sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b, a la que se abren las dos cámaras de líquido 9a. Por lo tanto, no es necesario proporcionar una hendidura a las dos cámaras de líquido 9a. La placa de boquillas 8 incluye una boquilla 8a, y la boquilla 8a se comunica con el canal de expulsión 2a que se abre a la superficie superior UP. Aquí, puede usarse una cerámica PZT como el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7. Puede usarse una cerámica PZT, otros materiales cerámicos u otros materiales plásticos como la placa de recubrimiento 9. Puede usarse un material plástico tal como una película de poliimida o un material metálico como la placa de boquillas 8. Se usa un material conductor fabricado de un material metálico o un material semiconductor como el electrodo 6, y el electrodo 6 puede formarse por medio de un método de deposición de vapor oblicuo. Por ejemplo, puede usarse Ti, Ni, Al, Au, Ag, Si, C, Pt, Ta, Sn o In. La longitud del canal 2 es de 3 a 8 mm en la dirección x, el ancho del canal 2 es de 30 a 100 μm , y la altura del canal 2 es de 250 a 400 μm .

En el sustrato del cuerpo piezoeléctrico 7, dos materiales piezoeléctricos que tienen direcciones de polarización mutuamente diferentes se laminan en una dirección de la altura (dirección z), que interpone un límite de polarización B. Para ser específicos, un sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a que se polariza en una dirección vertical de la superficie superior UP, y un sustrato del cuerpo piezoeléctrico inferior 7b que se polariza en una dirección opuesta a la dirección de polarización del sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a se laminan a través de un adhesivo. La placa de boquillas 8 se fija a un extremo superior de la pared lateral 3, y se instala en las porciones superiores del canal de expulsión 2a y del canal de no expulsión 2b. La placa de boquillas 8 funciona como un miembro superior 4. La placa de recubrimiento 9 se fija a un extremo inferior de la pared lateral 3, y se instala en las porciones inferiores del canal de expulsión 2a y del canal de no expulsión 2b. La placa de recubrimiento 9 funciona como un miembro inferior 5.

El electrodo 6 se instala en una superficie de pared de la pared lateral 3. El límite de polarización B se posiciona por encima de $1/2$ de la altura de la pared lateral 3, y el electrodo 6 se instala desde un extremo superior de la superficie de pared, hasta una cercanía del límite de polarización B, o por debajo del límite de polarización B y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared. El electrodo 6 incluye un electrodo común 6a instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión 2a, y un electrodo individual 6b instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de no expulsión 2b. El electrodo individual 6b se instala desde el extremo superior de la superficie de pared, hasta el límite de polarización B, o por debajo del límite de polarización B y por encima del extremo inferior de la superficie de pared. El electrodo 6 satisface las fórmulas (1) y (2) descritas anteriormente donde la altura del límite de polarización B desde el extremo inferior de la pared lateral 3 es B_z , la altura de un extremo inferior del electrodo común 6a es h_1 , la altura de un extremo inferior del electrodo individual 6b es h_2 , y la altura de la pared lateral 3 desde el extremo inferior hasta el extremo superior es h .

Un terminal común 10a conectado eléctricamente al electrodo común 6a, y un terminal individual 10b que conecta eléctricamente los electrodos individuales 6b instalados en las superficies de pared en el lado del canal de expulsión 2a, de los dos canales de no expulsión 2b que se interponen al canal de expulsión 2a, se proporcionan en la superficie superior UP en un lado donde se instala la placa de boquillas 8, del sustrato del cuerpo piezoeléctrico superior 7a. Se aplica una tensión de activación entre el terminal común 10a y el terminal individual 10b, de manera que las dos paredes laterales 3 que se interponen al canal de expulsión 2a se someten a deformación por deslizamiento del grosor, se provoca una onda de presión en un líquido relleno en el canal de expulsión 2a, y cuando la onda de presión alcanza una boquilla 8a, se expulsan gotas de líquido a través de la boquilla 8a.

Como se describió anteriormente, cuando el electrodo 6 se instala desde el extremo superior de la superficie de pared, hasta por encima del extremo inferior de la superficie de pared, la altura B_z del límite de polarización B se instala por encima de $1/2$ de la altura de la pared lateral 3, de manera que una cantidad de desplazamiento de la pared lateral 3 en la dirección y puede optimizarse a un nivel suficiente para expulsar las gotas de líquido. Incluso si la resistencia mecánica de la placa de boquillas 8 como el miembro superior 4 es menor que la de la placa de recubrimiento 9 como el miembro inferior 5, puede aumentarse la cantidad de cambio del volumen del canal de expulsión 2a. Además, puede aplicarse el método de deposición de vapor oblicuo que es difícil de formar el electrodo común 6a y el electrodo

individual 6b muy por debajo de la pared lateral 3, y por lo tanto, el electrodo común 6a y el electrodo individual 6b pueden formarse de manera simple y fácil.

(Cuarta realización)

5 La Figura 5 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de chorro de líquido 30 de acuerdo con una cuarta realización de la presente invención. El aparato de chorro de líquido 30 incluye un mecanismo de movimiento 40 que
10 corresponde a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', las porciones de trayectoria de flujo 35 y 35' que suministran un líquido a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', y descargan el líquido desde los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', las bombas de líquido 33 y 33' que se comunican con las porciones de trayectoria de flujo 35 y 35', y los tanques de líquido 34 y 34'. Como cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', se usa cualquiera de los cabezales de chorro de líquido de la primera a la tercera realizaciones descritas anteriormente.

15 El aparato de chorro de líquido 30 incluye un par de unidades de transporte 41 y 42 que transportan un medio de grabación 44 tal como papel en una dirección de escaneo principal, los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' que expulsan el líquido al medio de grabación 44, una unidad de carro 43 en el que se colocan los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', las bombas de líquido 33 y 33' que presionan y suministran el líquido almacenado en los tanques de líquido 34 y 34' a las porciones de trayectoria de flujo 35 y 35', y el mecanismo de movimiento 40 que escanea los
20 cabezales de chorro de líquido 1 y 1' en una dirección de subescaneo que es perpendicular a la dirección de escaneo principal. Una unidad de control (no se ilustra) controla y activa los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', el mecanismo de movimiento 40 y las unidades de transporte 41 y 42.

25 El par de unidades de transporte 41 y 42 se extiende en la dirección de subescaneo, e incluye un rodillo de rejilla y un rodillo de presión que giran sobre una superficie de rodillo, que están en contacto entre sí. Las unidades de transporte 41 y 42 mueven el rodillo de rejilla y el rodillo de presión alrededor de un eje por un motor (no se ilustra), y transportan el medio de grabación 44 intercalado entre los rodillos, en la dirección de escaneo principal. El mecanismo de movimiento 40 incluye un par de rieles de guía 36 y 37 que se extienden en la dirección de subescaneo, la unidad de carro 43 que puede deslizarse a lo largo del par de rieles de guía 36 y 37, una cinta sin fin 38 que acopla y mueve la
30 unidad de carro 43 en la dirección de subescaneo, y un motor 39 que permite que la cinta sin fin 38 pase a través de una polea (no se ilustra).

35 La unidad de carro 43 tiene la pluralidad de cabezales de chorro de líquido 1 y 1' montadas sobre la misma, y por ejemplo, los cabezales 1 y 1' expulsan cuatro tipos de gotas de líquido: amarillo, magenta, cian y negro. Los tanques de líquido 34 y 34' almacenan los líquidos de los colores correspondientes, y suministran los líquidos a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' a través de las bombas de líquido 33 y 33' y las porciones de trayectoria de flujo 35 y 35'. Cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' expulsa las gotas de líquido de cada color de acuerdo con una señal de activación. El momento en el que los líquidos se expulsan de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', la rotación del motor 39 que activa la unidad de carro 43 y la velocidad de transporte del medio de grabación 44 se controlan, de manera que puede grabarse un patrón arbitrario en el medio de grabación 44.

40 Tenga en cuenta que la presente realización es el aparato de chorro de líquido 30 en el que el mecanismo de movimiento 40 mueve la unidad de carro 43 y el medio de grabación 44 para realizar la grabación. Sin embargo, puede emplearse un aparato de chorro de líquido en el que se fija la unidad de carro y que permite que el mecanismo de movimiento mueva bidimensionalmente el medio de grabación para realizar la grabación, en lugar de la realización
45 anterior. Es decir, el mecanismo de movimiento puede mover relativamente el cabezal de chorro de líquido y el medio de grabación.

La descripción anterior se ha dado solo a manera de ejemplo y un experto en la técnica apreciará que pueden realizarse modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un cabezal de chorro de líquido (1) que comprende:
 5 una pared lateral (3) instalada entre los canales (2a, 2b), y en la que dos materiales piezoeléctricos (7a, 7b) que tienen direcciones de polarización mutuamente diferentes se laminan en una dirección de la altura (z), que interpone un límite de polarización (B), y en donde los canales incluyen un canal de expulsión (2a) configurado para expulsar las gotas de líquido;
 un miembro superior (4) fijo a un extremo superior de la pared lateral, e instalado en una porción superior del canal;
 10 un miembro inferior (5) fijo a un extremo inferior de la pared lateral e instalado en una porción inferior del canal;
 y
 un electrodo (6) instalado en una superficie de pared de la pared lateral, en donde el electrodo se instala desde un extremo superior de la superficie de pared, hasta una cercanía del límite de polarización, o por debajo del límite de polarización y por encima de un extremo inferior de la superficie de pared,
 15 caracterizado por que:
 el límite de polarización se posiciona por encima de 1/2 de la altura del canal de expulsión.
2. El cabezal de chorro de líquido de la reivindicación 1, en donde
 20 los canales incluyen además un canal de no expulsión (2b) que no se configura para expulsar las gotas de líquido, la pared lateral se instala entre el canal de expulsión y el canal de no expulsión, el electrodo incluye un electrodo individual (6b) instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de no expulsión, y un electrodo común (6a) instalado en la superficie de pared que se orienta hacia el canal de expulsión, y
 25 el electrodo individual se instala desde el extremo superior de la superficie de pared del canal de no expulsión, hasta el límite de polarización, o por debajo del límite de polarización y por encima del extremo inferior de la superficie de pared del canal de no expulsión.
3. El cabezal de chorro de líquido de la reivindicación 1 ó 2, en donde el miembro superior tiene una resistencia mecánica menor que el miembro inferior.
 30
4. El cabezal de chorro de líquido de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el miembro superior es una placa de boquillas (8) en la que se forma una boquilla (8a) configurada para expulsar las gotas de líquido, y el miembro inferior es una placa de recubrimiento (9).
- 35 5. El cabezal de chorro de líquido de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el miembro superior es una placa de recubrimiento (9), y el miembro inferior (7b) se fabrica del material piezoeléctrico.
6. El cabezal de chorro de líquido de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el electrodo se fabrica de un material conductor formado por un método de deposición de vapor oblicuo.
 40
7. Un aparato de chorro de líquido (30) que comprende:
 un cabezal de chorro de líquido (1, 1') de acuerdo con la reivindicación 1;
 un mecanismo de movimiento (40) configurado para mover relativamente el cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación;
 45 un tubo de suministro de líquido (35, 35') configurado para suministrar un líquido al cabezal de chorro de líquido;
 y
 un tanque de líquido (34, 34') configurado para suministrar el líquido al tubo de suministro de líquido.

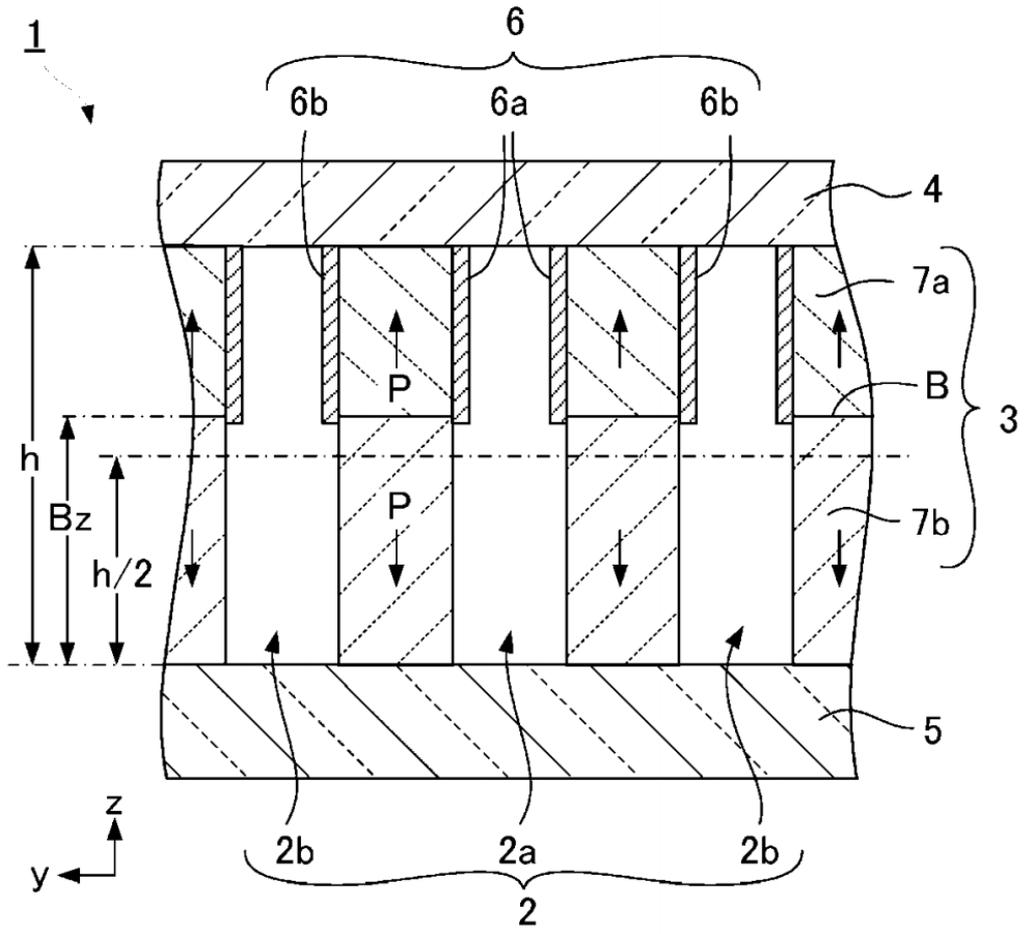
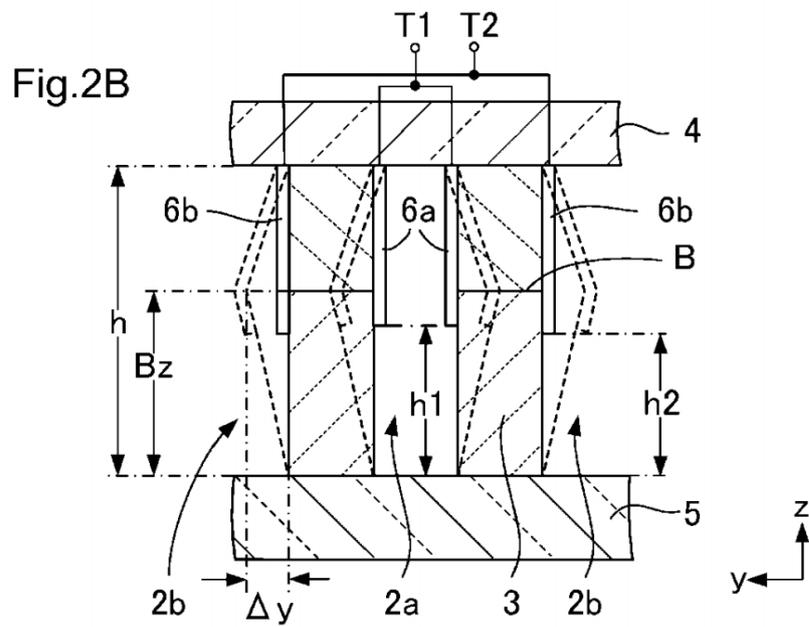
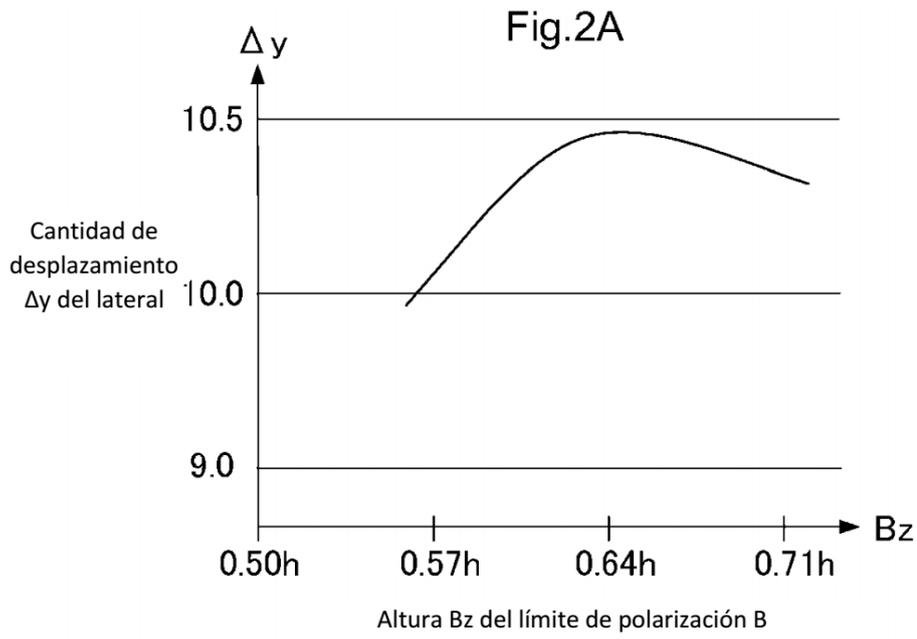


Fig.1



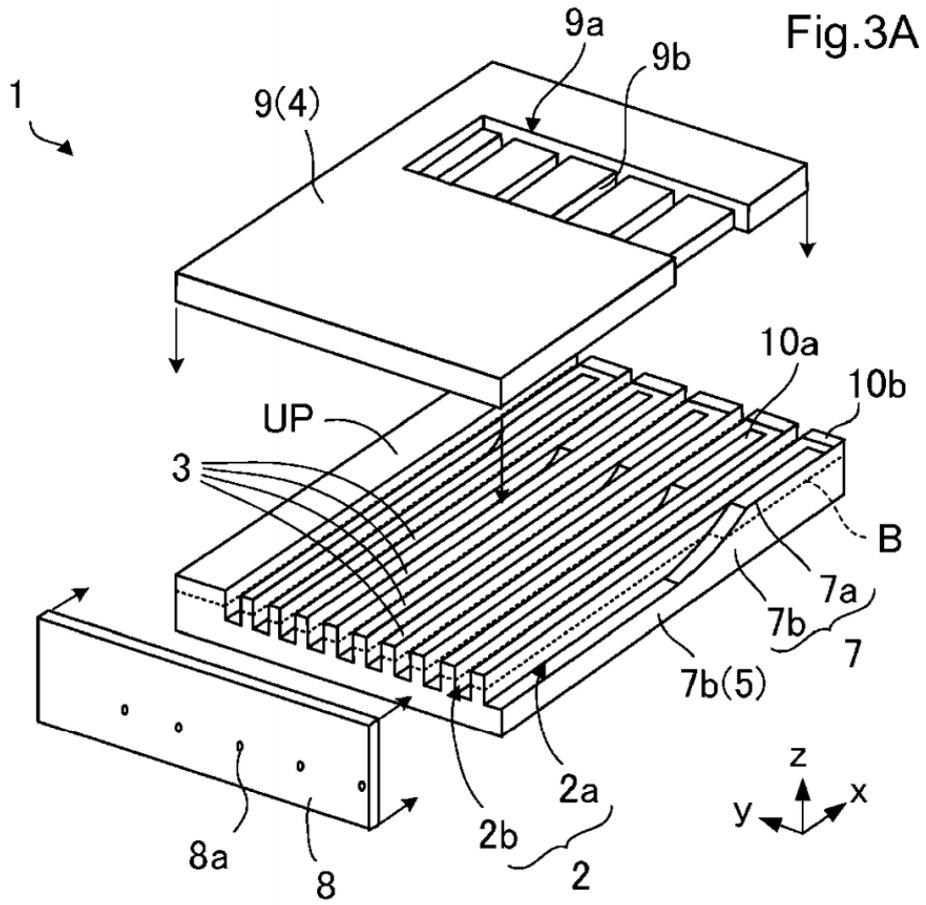
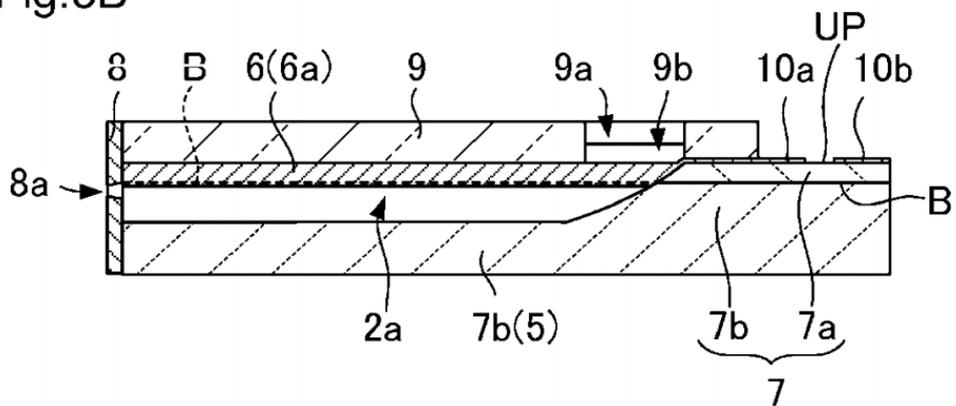


Fig.3B



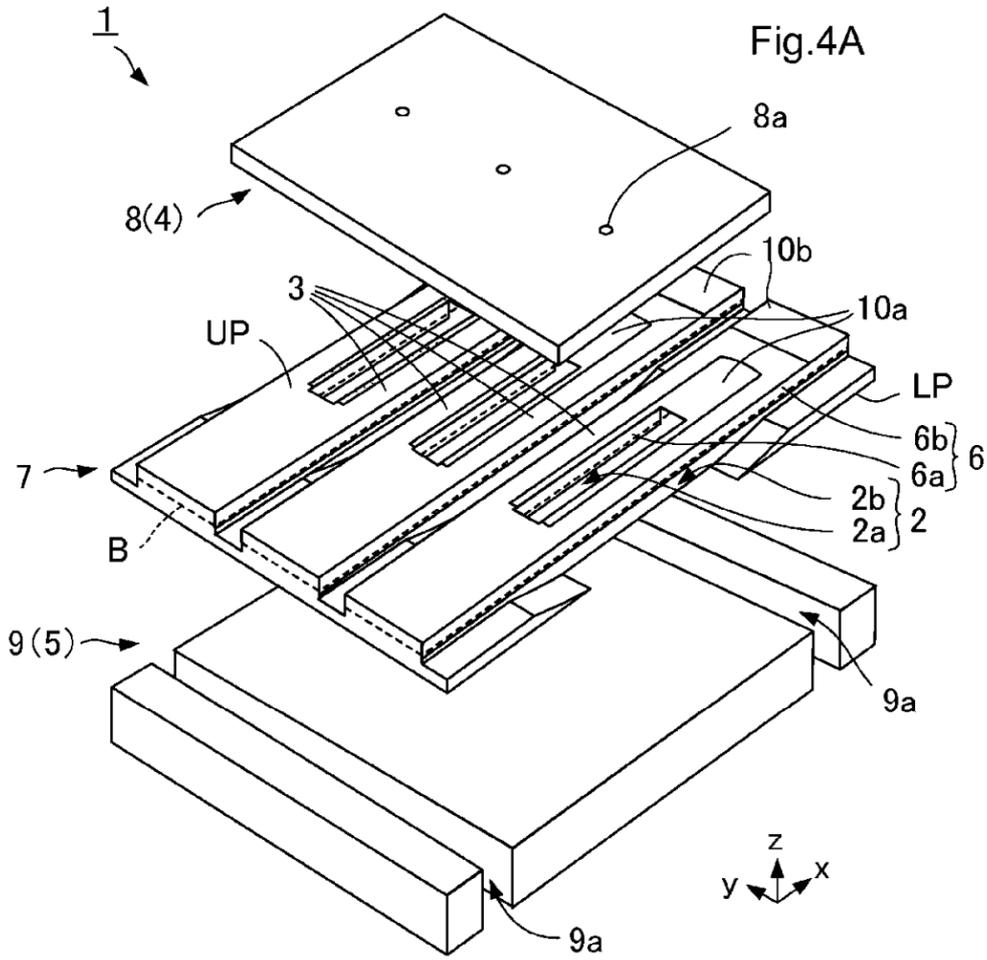


Fig.4B

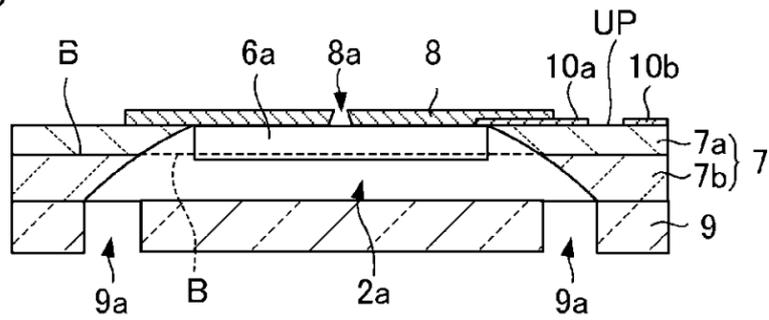


Fig.5

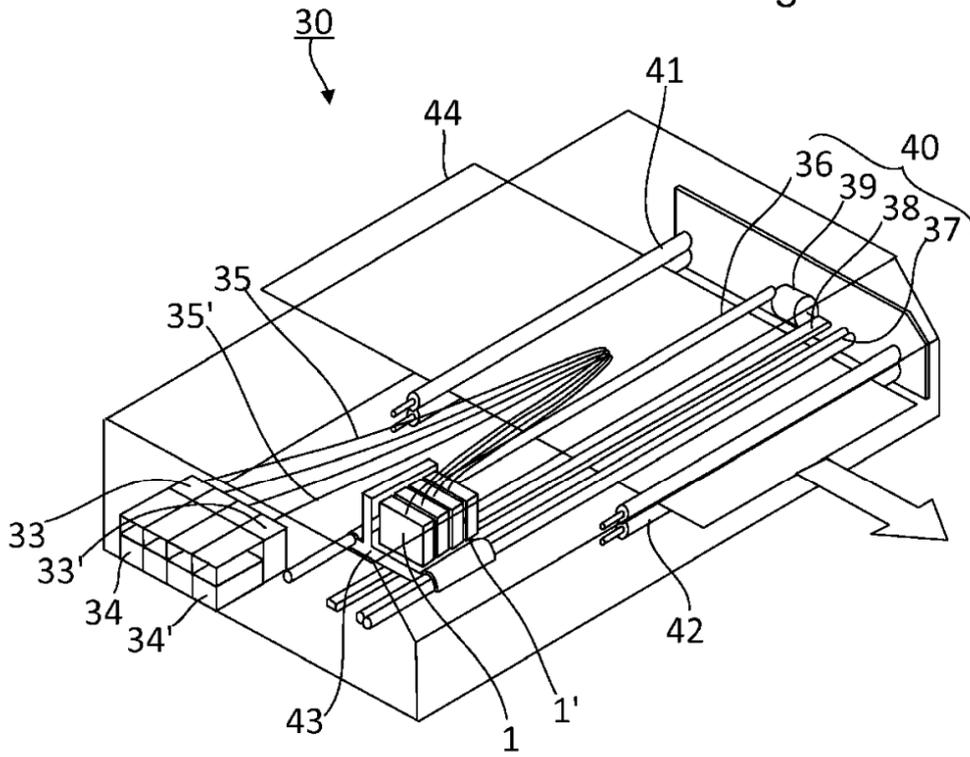


Fig.6

