

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 228**

51 Int. Cl.:

B41J 2/14 (2006.01)

B41J 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.07.2014** E 14178378 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019** EP 2829404

54 Título: **Cabezal de chorro de líquido, aparato de chorro de líquido y método de fabricación de cabezal de chorro de líquido**

30 Prioridad:

24.07.2013 JP 2013153888

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

16.04.2020

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 2 754 228 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, aparato de chorro de líquido y método de fabricación de cabezal de chorro de líquido

5 Antecedentes**Campo técnico**

10 La presente invención se refiere a un cabezal de chorro de líquido que inyecta gotas de líquido sobre un medio de grabación para realizar la grabación, un aparato de chorro de líquido y un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido.

Técnica relacionada

15 Recientemente, se ha utilizado un cabezal de chorro de líquido de un sistema de chorro de tinta que expulsa gotas de tinta sobre un papel de grabado o similar para grabar caracteres o figuras sobre el mismo, o que expulsa un material líquido sobre la superficie del sustrato del elemento para formar una película funcional y delgada sobre la misma. En el sistema de chorro de tinta, el líquido, tal como la tinta o un material líquido, es guiado desde un depósito de líquido hacia un canal a través de una ruta de suministro, y se aplica presión al líquido lleno en el canal para expulsar de este modo el líquido de una boquilla que se comunica con el canal. Cuando se expulsa líquido, se graban caracteres o figuras, o se forma una película delgada funcional que tiene una forma predeterminada moviendo el cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación.

25 Las figuras 18A y 18B ilustran un cabezal de chorro de líquido de este tipo descrito en el documento JP 2009-500209 W. La figura 18A es una vista esquemática en sección transversal de una porción de canal. La figura 18B es una vista en perspectiva de la porción de canal de la cual se retira una placa de boquilla. Los canales de descarga 1508 y los canales de no descarga 1510 están divididos por las paredes laterales de operación 1507 y están dispuestos alternativamente en una base 1502. Las áreas de extensión de canal 1504 se forman sobre los canales de descarga 1508 continuamente desde los canales de descarga 1508 respectivos. Los canales de descarga 1508 y los canales de no descarga 1510 se abren alternativamente hacia arriba y hacia abajo a través de las áreas de extensión del canal 1504. Una placa de boquilla 1505 en la que se abren las boquillas 1506 se adhiere por encima de las áreas de extensión del canal 1504. Es decir, el cabezal de chorro de líquido ilustrado es un cabezal de chorro de líquido de disparo lateral que descarga gotitas de líquido desde los canales de descarga 1508 en una dirección perpendicular a la superficie de la base 1502. El líquido tal como la tinta se llena para que circule de un lado hacia el otro en la dirección longitudinal de cada uno de los canales. Los electrodos 1511 se forman en las superficies de las paredes laterales de operación 1507 que dividen los canales de descarga 1508 y los canales de no descarga 1510. Se aplica una señal de accionamiento a los electrodos 1511 para operar las paredes laterales de operación 1507 para aplicar presión a la tinta dentro de los canales de descarga 1508, expulsando de este modo gotas de tinta de las boquillas 1506.

40 Al igual que con el documento JP 2009-500209 W descrito anteriormente, en los documentos JP 7-205422 A, JP 8-258261 A, JP 11-314362 A y JP 10-86369 A, se describe un cabezal de chorro de líquido en el que las ranuras que sirven como canales se abren alternativamente hacia arriba y hacia abajo en la dirección longitudinal de los canales. En los documentos JP 7-205422 A, JP 8-258261 A, JP 11-314362 A y JP 10-86369 A, se describe un cabezal de chorro de líquido de disparo de bordes que incluye una fila de canales que tiene canales dispuestos en una fila en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de cada uno de los canales, y descarga gotas de líquido desde un extremo en un lado en la dirección longitudinal de cada canal de descarga.

50 El documento EP 1 923 219 divulga un cabezal de chorro de tinta que incluye un chip de cabezal que tiene paredes de accionamiento hechas de material piezoeléctrico, canales de tinta que expulsan tinta y canales de aire que no expulsan tinta. El cabezal incluye electrodos de accionamiento formados dentro de los canales, al menos un electrodo común que se conecta a los electrodos de accionamiento de los canales de aire y electrodos de conexión que se conectan a los electrodos de accionamiento de los canales de tinta por separado. Los canales de tinta y los canales de aire están dispuestos alternativamente en paralelo y forman filas de canales dispuestas en paralelo. Una placa de boquilla está unida a una superficie frontal del chip de cabezal y tiene una pluralidad de boquillas. Los electrodos de conexión individuales de cualquier fila adyacente de dos canales formados a un lado de un borde del chip del cabezal se sacan y se alinean en el borde del chip del cabezal.

Sumario

60 El documento JP 2009-500209 W describe una fila de canales que tiene canales dispuestos en una fila en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de cada uno de los canales. Sin embargo, no hay una descripción sobre la formación de una pluralidad de filas de canales o la formación de una pluralidad de filas de canales con intervalos estrechos para tener una alta densidad. Asimismo en los documentos JP 7-205422 A, JP 8-258261 A, JP 11-314362 A y JP 10-86369 A, no hay una descripción sobre la formación de una pluralidad de filas de canales o la formación de una pluralidad de filas de canales con intervalos estrechos.

Además, en el cabezal de chorro de líquido descrito en el documento JP 2009-500209 W, el líquido se llena tanto en el canal de descarga 1508 como en el canal de no descarga 1510. Por lo tanto, el líquido hace contacto con las superficies de los electrodos de ambos canales. Por lo tanto, cuando se usa un líquido de expulsión conductor, es necesario colocar una película protectora o similar en las superficies de los electrodos 1511 y la base 1502, lo que da como resultado etapas de proceso de fabricación complicadas y largas.

Un cabezal de chorro de líquido de la presente invención se define en la reivindicación 1.

Un aparato de chorro de líquido según la presente invención incluye el cabezal de chorro de líquido descrito anteriormente; un mecanismo de movimiento configurado para mover relativamente el cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación; un tubo de suministro de líquido configurado para suministrar líquido al cabezal de chorro de líquido; y un depósito de líquido configurado para suministrar el líquido al tubo de suministro de líquido.

Un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de la presente invención se define en la reivindicación 16.

El cabezal de chorro de líquido según la presente invención está provisto de un sustrato piezoeléctrico que tiene una pluralidad de filas de ranuras en cada una de las cuales las ranuras de expulsión alargadas y las ranuras de no expulsión alargadas están dispuestas alternativamente en una dirección de referencia. En las adyacentes de las filas de ranuras, los extremos en un segundo lado de las ranuras de expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicadas en un primer lado y los extremos en el primer lado de las ranuras de no expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicadas en el segundo lado están separados de entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico. Por consiguiente, es posible disponer las ranuras de expulsión en alta densidad, y aumentar el número de sustratos piezoeléctricos obtenidos de una única oblea piezoeléctrica. Además, se puede simplificar la estructura de la placa de cubierta unida a la superficie superior del sustrato piezoeléctrico.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un sustrato piezoeléctrico de un cabezal de chorro de líquido según una primera realización de la presente invención; las figuras 2A a 2C son dibujos explicativos del sustrato piezoeléctrico del cabezal de chorro de líquido según la primera realización de la presente invención; la figura 3 es una vista en perspectiva en despiece ordenado esquemática de un cabezal de chorro de líquido según una segunda realización de la presente invención; las figuras 4A y 4B son dibujos explicativos del cabezal de chorro de líquido según la segunda realización de la presente invención; la figura 5 es un dibujo explicativo del cabezal de chorro de líquido según la segunda realización de la presente invención; Las figuras 6A y 6B son dibujos explicativos de un cabezal de chorro de líquido según una tercera realización de la presente invención; la figura 7 es una vista superior esquemática parcial de un sustrato piezoeléctrico de un cabezal de chorro de líquido según una cuarta realización de la presente invención; la figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según una quinta realización de la presente invención; la figura 9 es un diagrama para explicar el método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la quinta realización de la presente invención; la figura 10 es un diagrama de flujo de un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según una sexta realización de la presente invención; la figura 11 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 12 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 13 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 14 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 15 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 16 es un diagrama para explicar las etapas del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la sexta realización de la presente invención; la figura 17 es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de chorro de líquido según una séptima realización de la presente invención; y las figuras 18A y 18B son dibujos explicativos de un cabezal de chorro de líquido conocido convencionalmente.

Descripción detallada

(Primera realización)

5 La figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de un sustrato piezoeléctrico 2 de un cabezal de chorro de líquido 1 según la primera realización de la presente invención. Las figuras 2A a 2C son dibujos explicativos del sustrato piezoeléctrico 2 del cabezal de chorro de líquido 1 según la primera realización de la presente invención. La figura 2A es una vista esquemática en sección transversal del sustrato piezoeléctrico 2 en una dirección de ranura. La figura 2B es una vista superior esquemática parcial del sustrato piezoeléctrico 2. La figura 2C es una vista superior esquemática parcial de un ejemplo modificado del sustrato piezoeléctrico 2. Una placa de cubierta está unida a una superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, y una placa de boquilla está unida a una superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 para formar de este modo el cabezal de chorro de líquido 1. En la primera realización, se describirá el sustrato piezoeléctrico 2 que es un elemento básico de la presente invención.

15 Como se ilustra en la figura 1, el sustrato piezoeléctrico 2 está provisto de una primera fila de ranuras 5a en la que las primeras ranuras de expulsión 3a alargadas y las primeras ranuras de no expulsión 4a alargadas están dispuestas alternativamente en una dirección de referencia K y una segunda fila de ranuras 5b en las cuales las segundas ranuras de expulsión 3b alargadas y las segundas ranuras de no expulsión 4b alargadas están dispuestas alternativamente en la dirección de referencia K, siendo la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b adyacentes entre sí. En la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los extremos en un segundo lado (en lo sucesivo, también denominado segundos extremos) de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en un primer lado y los extremos en el primer lado (en lo sucesivo, también denominados primeros extremos) de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en una dirección de espesor T del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los extremos en el primer lado (en lo sucesivo, también denominados primeros extremos) de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado y los extremos en el segundo lado (en lo sucesivo, también denominados segundos extremos) de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección de espesor T del sustrato piezoeléctrico 2.

30 La distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b que están adyacentes entre sí se puede reducir permitiendo las primeras ranuras de expulsión 3a o las segundas ranuras de expulsión 3b de la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b y las segundas ranuras de no expulsión 4b o las primeras ranuras de no expulsión 4a de la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b para tener la configuración anterior. Por consiguiente, las ranuras de expulsión pueden disponerse en alta densidad, y el número de sustratos piezoeléctricos 2 obtenidos de una única oblea piezoeléctrica puede aumentarse para lograr la reducción de costos.

40 Se hará una descripción detallada con referencia a las figuras 2A a 2C. La figura 2A ilustra la forma en sección transversal de una primera ranura de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a y la forma en sección transversal de una segunda ranura de no expulsión 4b de la segunda fila de ranuras 5b. Una primera ranura de no expulsión 4a de la primera fila de ranuras 5a y una segunda ranura de expulsión 3b de la segunda fila de ranuras 5b adyacentes en la dirección de referencia K (una dirección de profundidad de la lámina) se indican mediante líneas discontinuas. Como sustrato piezoeléctrico 2, se pueden utilizar cerámicas de titanato de circonato de plomo (PZT). En el sustrato piezoeléctrico 2, al menos las paredes laterales, cada una de las cuales funciona como una pared de accionamiento, solo deben estar hechas de un material piezoeléctrico. Incluso cuando se usa un material no piezoeléctrico en un área periférica en la que las ranuras de expulsión 3 y las ranuras de no expulsión 4 no están formadas y un área correspondiente a una cámara de líquido 9 de una placa de cubierta 8, el sustrato 2 se denomina sustrato piezoeléctrico en la siguiente descripción. Cada una de las ranuras se forma realizando un corte utilizando una cuchilla de corte (también conocida como cuchilla de diamante) que es un disco que tiene granos abrasivos como el diamante incrustado en la periferia de la misma. Las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de expulsión 3b se forman cortando el sustrato piezoeléctrico 2 desde la superficie superior US hacia la superficie inferior LS. Las primeras ranuras de no expulsión 4a y las segundas ranuras de no expulsión 4b se forman cortando el sustrato piezoeléctrico 2 desde la superficie inferior LS hacia la superficie superior US. Por lo tanto, cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b tiene una forma de proyección que se proyecta desde la superficie superior US hacia la superficie inferior LS. Por otro lado, cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b tiene una forma de proyección que se proyecta desde la superficie inferior LS hacia la superficie superior US.

60 Todas de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b penetran en el sustrato piezoeléctrico 2 desde la superficie superior US a través de la superficie inferior LS. En la presente invención, es esencial que la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b estén abiertas en la superficie inferior LS. Sin embargo, no es esencial que la primera y la segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b estén abiertas en la superficie superior US. En cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b, una abertura en la superficie superior US es más ancha que una abertura en la superficie inferior LS. De manera similar, en cada una de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b, una abertura en la superficie inferior LS es más ancha que una abertura en la superficie superior US. Específicamente, ambos extremos de cada una de la

primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b tienen superficies 6 inclinadas que están inclinadas hacia fuera desde la superficie inferior LS hacia la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Por otro lado, ambos extremos de cada una de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b tienen superficies 7 inclinadas que están inclinadas hacia fuera desde la superficie superior US hacia la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2.

Como se ilustra en la figura 2B, el sustrato piezoeléctrico 2 está provisto de la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b que están en paralelo entre sí en la dirección de referencia K. Las primeras ranuras de expulsión 3a y las primeras ranuras de no expulsión 4a están dispuestas alternativamente en intervalos iguales en la dirección de referencia K. Las segundas ranuras de expulsión 3b y las segundas ranuras de no expulsión 4b están dispuestas alternativamente a intervalos iguales en la dirección de referencia K para desviarse en un medio paso de la disposición de la primera fila de ranuras 5a. En otras palabras, cada una de las primeras ranuras de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a y la segunda ranura de no expulsión 4b correspondiente de la segunda fila de ranuras 5b están dispuestas linealmente en la dirección de ranura. Por otro lado, cada una de las primeras ranuras de expulsión 4a de la primera fila de ranuras 5a y la segunda ranura de expulsión 3b correspondiente de la segunda fila de ranuras 5b están dispuestas linealmente en la dirección de ranura.

Como se ilustra en la figura 2A, el segundo extremo de la primera ranura de expulsión 3a y el primer extremo de la segunda ranura de no expulsión 4b, estando el segundo extremo y el primer extremo ubicados en el lado adyacente, es decir, la superficie inclinada 6 de la primera ranura de expulsión 3a y la superficie inclinada 7 de la segunda ranura de no expulsión 4b en el lado adyacente están separadas entre sí, y se superponen entre sí cuando se ven a lo largo de la dirección de espesor T por una longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura. De manera similar, el segundo extremo de la primera ranura de no expulsión 4a y el primer extremo de la segunda ranura de expulsión 3b, estando el primer extremo y el segundo extremo ubicados en el lado adyacente, es decir, la superficie inclinada 7 de la primera ranura de no expulsión 4a y la superficie inclinada 6 de la segunda ranura de expulsión 3b en el lado adyacente están separadas entre sí, y se superponen entre sí cuando se ven a lo largo de la dirección de espesor T por la longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura. Por consiguiente, es posible estrechar un espacio entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b sin hacer que las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b se comuniquen entre sí y las segundas ranuras de expulsión 3b y las primeras ranuras de no expulsión 4a se comuniquen entre sí.

La distancia más cercana Δt entre los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado es preferentemente de 10 μm o más. Cuando la distancia más cercana Δt es inferior a 10 μm , las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b pueden comunicarse entre sí a través de un vacío existente dentro del sustrato piezoeléctrico 2. Por lo tanto, para evitar tal situación, la distancia más cercana Δt se establece en 10 μm o más. De manera similar, la distancia más cercana entre los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado y los segundos extremos de la primera ranura de no expulsión 4a incluida en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado también es preferentemente de 10 μm o más.

Además, por ejemplo, la forma de la primera y la segunda ranura de expulsión 3a y 3b y la forma de la primera y segunda ranura de no expulsión 4a y 4b se forman en formas invertidas verticalmente. Además, el espesor t1 del sustrato piezoeléctrico 2, es decir, la profundidad de cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b es, por ejemplo, de 360 μm . Por ejemplo, cuando se corta el sustrato piezoeléctrico 2 para formar cada una de las ranuras utilizando una cuchilla de corte que tiene un radio de 25,7 mm, la longitud w1 en la dirección de la ranura de cada una de las superficies inclinadas 6 y 7 es aproximadamente de 3,5 mm, y la longitud w2 en la dirección de la ranura de la porción superpuesta en la que la ranura de expulsión 3 y la ranura de no expulsión 4 se solapan entre sí en la dirección de espesor T sin comunicarse entre sí es de aproximadamente 2 mm. Es decir, la distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b se puede reducir en al menos 2 mm. De manera similar, cuando el espesor t1 del sustrato piezoeléctrico 2 (la profundidad de las ranuras) es de 300 μm , la longitud w1 de cada una de las superficies inclinadas 6 y 7 es de aproximadamente 3,1 mm, y la longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura es de aproximadamente 1,7 mm. Por lo tanto, la distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b puede reducirse en al menos 1,7 mm. Cuando se considera la formación de terminales de electrodo en la superficie superior US y la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, se puede obtener un mayor efecto de reducción.

Además, como se ilustra en las figuras 2A y 2B, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia K. De manera similar, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidos en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado se

superponen entre sí en la dirección de referencia K. Además, la primera y la segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no están abiertos en el área de superposición en la dirección de referencia K.

5 Como resultado, la cámara de líquido de la placa de cubierta (descrita a continuación) se usa comúnmente entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b. Además, dado que las primeras ranuras de no expulsión 4a y las segundas ranuras de no expulsión 4b no están abiertas en el área de superposición, incluso si no se proporciona una hendidura en la cámara de líquido de la placa de cubierta, el líquido no fluye hacia la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Por lo tanto, la estructura de la placa de cubierta puede simplificarse.

10 Además, como se ilustra en la figura 2A, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los extremos en el primer lado (primeros extremos) de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidos en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado están abiertos en una superficie lateral SS del sustrato piezoeléctrico 2. Además, los extremos en el segundo lado (segundos extremos) de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado están abiertos en la superficie lateral SS del sustrato piezoeléctrico 2. Dado que el líquido no se llena en la primera y segunda ranura de no expulsión 4a y 4b, la primera y segunda ranura de no expulsión 4a y 4b se pueden configurar para comunicarse con el aire. En particular, la profundidad desde la superficie inferior LS de cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b en el lado opuesto al lado adyacente es, preferentemente, más profunda que aproximadamente 1/2 del espesor t1 del sustrato piezoeléctrico 2. Por consiguiente, es posible separar eléctricamente los electrodos de accionamiento formados en ambas paredes laterales de la primera ranura de no expulsión 4a o la segunda ranura de no expulsión 4b y extraer los electrodos de accionamiento al lado periférico exterior del sustrato piezoeléctrico 2.

25 Proporcionar la primera y segunda ranura de no expulsión 4a y 4b para extenderse hasta la superficie lateral SS no es un requisito esencial de la presente invención. La primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b pueden no extenderse hasta la superficie lateral SS, y pueden tener una forma invertida verticalmente de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. Además, aunque se ha descrito anteriormente un caso en el que se forman las dos filas de ranuras adyacentes, la presente invención no se limita a las mismas. El número de filas de ranuras puede ser tres o más.

30 Además, la presente invención no se limita a la configuración en la que las ranuras de la primera fila de ranuras 5a se desvían en un medio paso en la dirección de referencia K de las ranuras respectivas de la segunda fila de ranuras 5b. Solo se requiere que, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a se incluyan en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado están separados entre sí, y se superponen entre sí en la dirección de espesor T del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, solo se requiere que los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado y los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidos en la primera fila de ranuras 5a ubicados en el primer lado están separados entre sí, y se superponen entre sí en la dirección de espesor T del sustrato piezoeléctrico 2. En un ejemplo modificado ilustrado en la figura 2C, la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b se desvían entre sí por un paso de 3/8 en la dirección de referencia K. En este caso también, como en el caso donde la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b se desvían entre sí por medio paso, es posible estrechar el espacio entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b. Además, la estructura de la placa de cubierta 8 puede simplificarse.

45 (Segunda realización)

50 La figura 3 es una vista en perspectiva en despiece ordenado esquemática de un cabezal de chorro de líquido 1 según la segunda realización de la presente invención. Las figuras 4A, 4B y 5 son dibujos explicativos del cabezal de chorro de líquido 1 según la segunda realización de la presente invención. La figura 4A es una vista esquemática en sección transversal del cabezal de chorro de líquido 1 en la dirección de la ranura. La figura 4B es una vista en planta esquemática parcial del cabezal de chorro de líquido 1 visto desde la dirección normal de una placa de cubierta 8. La figura 5 es una vista en planta esquemática parcial de una superficie inferior LS de un sustrato piezoeléctrico 2. Un punto diferente de la primera realización es que la placa de cubierta 8 está colocada en una superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, y una placa de boquilla 10 está colocada en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. Dado que el sustrato piezoeléctrico 2 tiene la misma configuración que el sustrato piezoeléctrico 2 de la primera realización, se omitirá la descripción detallada de la misma. Los mismos componentes o componentes que tienen la misma función se indican con las mismas marcas en todos los dibujos.

60 Como se ilustra en la figura 3, el cabezal de chorro de líquido 1 está provisto del sustrato piezoeléctrico 2 que tiene una primera fila de ranuras 5a y una segunda fila de ranuras 5b, la placa de cubierta 8 que tiene una cámara de líquido 9 y la placa de boquilla 10 que tiene boquillas 11. La placa de cubierta 8 tiene la cámara de líquido 9 que se comunica con la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b, y está unida a la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. La placa de boquilla 10 tiene un primer conjunto de boquillas 12a en el que las boquillas 11a que se comunican con las primeras ranuras de expulsión 3a respectivas están alineadas correspondientes a la primera fila de ranuras 5a y un segundo conjunto de boquillas 12b en el que la boquilla 11b que se comunica con las

segundas ranuras de expulsión 3b respectivas están alineadas correspondientes a la segunda fila de ranuras 5b. La placa de boquilla 10 está unida a la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2.

5 La cámara de líquido 9 incluye una cámara de líquido común 9a y dos cámaras de líquido individuales 9b, 9c. La cámara de líquido común 9a se comunica con los extremos en el segundo lado (segundos extremos) de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los extremos en el primer lado (primeros extremos) de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado. Además, la cámara de líquido individual 9b se comunica con los extremos en el primer lado (primeros extremos) de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado. La cámara de líquido individual 9c se comunica con los extremos en el segundo lado (segundos extremos) de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado.

15 La primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no están abiertas en un área superpuesta en la que las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de expulsión 3b se superponen entre sí en la dirección de referencia K. Por lo tanto, no es necesario proporcionar hendiduras en la cámara de líquido común 9a para permitir que la cámara de líquido común 9a y la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b se comuniquen entre sí y bloqueen la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b con respecto a la cámara de líquido común 9a. Las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b que se superponen entre sí en la dirección de espesor T están separadas entre sí. Además, las segundas ranuras de expulsión 3b y las primeras ranuras de no expulsión 4a que se superponen entre sí en la dirección de espesor T están separadas entre sí. Por lo tanto, el líquido que fluye hacia la cámara de líquido común 9a fluye a través de las primeras ranuras de expulsión 3a y luego fluye hacia la cámara de líquido individual 9b, y fluye a través de las segundas ranuras de expulsión 3b y luego fluye hacia la cámara de líquido individual 9c, sin fluir hacia la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Además, una parte del líquido que fluye hacia la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b se expulsa desde las boquillas 11a que se comunican con las primeras ranuras de expulsión 3a respectivas y las boquillas 11b que se comunican con las segundas ranuras de expulsión 3b respectivas.

30 Además, como se ilustra en la figura 4A, los segundos extremos orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a y los primeros extremos orientados hacia la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de expulsión 3b se posicionan preferentemente dentro de un área de una porción de apertura de la cámara de líquido 9a, estando la porción de apertura orientada hacia el sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, los primeros extremos opuestos a la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a se posicionan preferentemente dentro de un área de una porción de apertura de la cámara de líquido individual 9b, estando la porción de apertura orientada hacia el sustrato piezoeléctrico 2. Además, los segundos extremos opuestos a la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de expulsión 3b se posicionan preferentemente dentro de un área de una porción de apertura de la cámara de líquido individual 9c, estando la porción de apertura orientada hacia el sustrato piezoeléctrico 2. Por consiguiente, las piscinas de líquido en áreas internas de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y las rutas de flujo de la cámara de líquido común 9a y las cámaras de líquido individuales 9b y 9c se reducen, lo que hace posible reducir la acumulación de burbujas de aire.

45 Los electrodos de accionamiento 13 se forman en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no en una parte entre una posición que corresponde aproximadamente a la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2 y la superficie superior US, pero en una parte entre la posición correspondiente a aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2 y la superficie inferior LS. En particular, los electrodos de accionamiento 13 que se forman en las superficies laterales de cada una de las primeras ranuras de expulsión 3a o las segundas ranuras de expulsión 3b se posicionan dentro de un área de una porción de abertura 14 de cada una de las primeras ranuras de expulsión 3a o las segundas ranuras de expulsión 3b, estando la porción de abertura 14 abierta en la superficie inferior LS, en la dirección de la ranura. Además, los electrodos de accionamiento 13 que se forman en ambas superficies laterales de cada una de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b están separados eléctricamente entre sí y se extienden hasta la superficie lateral SS del sustrato piezoeléctrico 2.

55 En la presente realización, se describe un ejemplo en el que se usa el sustrato piezoeléctrico 2 que está polarizado uniformemente en una dirección perpendicular a la superficie superior US o la superficie inferior LS, y los electrodos de accionamiento 13 se forman en la mitad inferior de las ranuras. Alternativamente, se puede usar un sustrato piezoeléctrico tipo chevron 2 obtenido adhiriendo juntos un sustrato piezoeléctrico que está polarizado en la dirección perpendicular a la superficie superior US o la superficie inferior LS y un sustrato piezoeléctrico que está polarizado en la dirección opuesta al mismo. En este caso, los electrodos de accionamiento 13 pueden formarse en las superficies laterales desde una posición por encima del límite de polarización a la superficie inferior LS.

60 Como se ilustra en la figura 5, las primeras ranuras de no expulsión 4a de la primera fila de ranuras 5a se extienden hasta un extremo del sustrato piezoeléctrico 2, siendo el extremo opuesto a la segunda fila de ranuras 5b. Los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de cada una de las primeras ranuras de no expulsión 4a están separados eléctricamente entre sí, y se extienden hasta el extremo del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, De manera similar, las segundas ranuras de no expulsión 4b de la segunda fila de ranuras 5b se

extienden hasta un extremo del sustrato piezoeléctrico 2, siendo el extremo opuesto a la primera fila de ranuras 5a. Los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de cada una de las segundas ranuras de no expulsión 4b están separados eléctricamente entre sí, y se extienden hasta el extremo del sustrato piezoeléctrico 2. En la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, se colocan los primeros terminales comunes 16a que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a y los primeros terminales individuales 17a que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las primeras ranuras de no expulsión 4a. Además, en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, se colocan segundos terminales comunes 16b que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las segundas ranuras de expulsión 3b y los segundos terminales individuales 17b que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las segundas ranuras de no expulsión 4b. Los primeros terminales comunes 16a y los primeros terminales individuales 17a se colocan cerca del extremo en el primer lado de la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. Los segundos terminales comunes 16b y los segundos terminales individuales 17b se colocan cerca del extremo en el segundo lado de la superficie inferior LS. Este primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b están conectados a una placa de circuito flexible (no ilustrada), y se aplica una señal de accionamiento a la misma.

Más específicamente, en la primera fila de ranuras 5a, los electrodos de accionamiento 13 formados en ambas superficies laterales de cada uno de las primeras ranuras de expulsión 3a están conectados al primer terminal común 16a correspondiente. Además, los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de dos primeras ranuras de no expulsión 4a entre las cuales se interpone una primera ranura de expulsión 3a, estando las superficies laterales orientadas hacia la primera ranura de expulsión 3a, están conectados eléctricamente entre sí a través del primer terminal individual 17a correspondiente. Los primeros terminales individuales 17a se colocan en la superficie inferior LS en el extremo orientado hacia la primera fila de ranuras 5a del sustrato piezoeléctrico 2. Los primeros terminales comunes 16a se colocan en la superficie inferior LS en posiciones entre los primeros terminales individuales 17a y la primera ranura de expulsión 3a. Asimismo en la segunda fila de ranuras 5b, los segundos terminales comunes 16b y los segundos terminales individuales 17b están dispuestos de la misma manera que los primeros terminales comunes 16a y los primeros terminales individuales 17a.

En la presente realización, el primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b se colocan en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, y se conectan a la placa de circuito flexible (no ilustrada) de modo que se pueda suministrar una señal de accionamiento a la misma. Sin embargo, la presente invención no se limita a tal configuración. Por ejemplo, la placa de boquilla 10 también puede servir como una placa de circuito flexible, y se puede aplicar una señal de accionamiento a través de la placa de boquilla 10.

Además, un área en la dirección de la ranura en la que la placa de cubierta 8 y la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 están unidas entre sí entre la cámara de líquido común 9a y la cámara de líquido individual 9b o 9c se denomina área unida *jw* (véase la figura 4A). Preferentemente, los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a o las segundas ranuras de expulsión 3b corresponden al área unida *jw*, o están incluidos en el área unida *jw* en la dirección de la ranura. Por consiguiente, las ondas de presión pueden inducirse eficientemente en líquido dentro de las primeras ranuras de expulsión 3a o las segundas ranuras de expulsión 3b.

El cabezal de chorro de líquido 1 se acciona de la siguiente manera. El líquido suministrado a la cámara de líquido común 9a fluye hacia la primera y segunda ranura de expulsión 3a y 3b para ser llenado en la primera y segunda ranura de expulsión 3a y 3b. Además, el líquido fluye desde las primeras ranuras de expulsión 3a hacia la cámara de líquido individual 9b y desde las segundas ranuras de expulsión 3b hacia la cámara de líquido individual 9c para hacerse circular. El sustrato piezoeléctrico 2 se polariza previamente en la dirección de espesor T. Por ejemplo, cuando se expulsan gotitas de líquido desde las boquillas 11a que se comunican con las primeras ranuras de expulsión 3a respectivas, se aplica una señal de accionamiento a los electrodos de accionamiento 13 en las paredes laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a hacen que las paredes laterales se deformen al cizallamiento de espesor para cambiar de este modo la capacidad de las primeras ranuras de expulsión 3a. Por consiguiente, se expulsan gotitas de líquido desde las primeras boquillas 11a que se comunican con las primeras ranuras de expulsión 3a respectivas. Más específicamente, la señal de accionamiento se aplica entre los primeros terminales comunes 16a y los primeros terminales individuales 17a para hacer que las paredes laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a se deformen por cizallamiento de espesor. Prácticamente, los primeros terminales comunes 16a se fijan a un potencial de nivel GND, y la señal de accionamiento se aplica a los primeros terminales individuales 17a. El líquido puede hacerse circular para que fluya desde las cámaras de líquido individuales 9b y 9c y fluya desde la cámara de líquido común 9a, o también puede suministrarse desde todas las cámaras de líquido comunes 9a y las cámaras de líquido individuales 9b y 9c.

Además, el líquido no se llena en la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Además, el cableado entre el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b y los electrodos de accionamiento 13 de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no tiene contacto con el líquido. Por lo tanto, incluso cuando se usa líquido conductor, una señal de accionamiento aplicada entre los primeros terminales individuales 17a o los segundos

terminales individuales 17b y los primeros terminales comunes 16a o los segundos terminales comunes 16b no se filtra a través del líquido. Además, no se produce un problema causado por la electrólisis de los electrodos de accionamiento 13 o el cableado.

5 Dado que el sustrato piezoeléctrico 2 está configurado de la manera anterior, es posible reducir la distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b. Por lo tanto, la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b pueden disponerse en alta densidad. Además, es posible aumentar el número de sustratos piezoeléctricos 2 obtenidos de una única oblea piezoeléctrica para lograr la reducción de costos. Como ya se ha descrito en la primera realización, cuando el espesor t_1 del sustrato piezoeléctrico 2 es de $360 \mu\text{m}$, la longitud w_1 en la dirección de la ranura de la superficie inclinada 6 de cada una de las ranuras de expulsión 3 es de aproximadamente $3,5 \text{ mm}$.
 10 Además, las ranuras de expulsión 3 y la ranura de no expulsión 4 no se comunican entre sí en la dirección del espesor T , y la longitud w_2 en la dirección de la ranura de la porción superpuesta es de aproximadamente 2 mm . Cuando el espesor t_1 es de $300 \mu\text{m}$, la longitud w_1 en la dirección de la ranura de la superficie inclinada 6 es de aproximadamente $3,1 \text{ mm}$, y, por otro lado, la longitud w_2 en la dirección de la ranura de la porción superpuesta es de aproximadamente $1,7 \text{ mm}$. Cuando se considera colocar la cámara de líquido 9 en la placa de cubierta 8 y colocar los terminales comunes 16 y los terminales individuales 17 en el sustrato piezoeléctrico 2, el ancho del sustrato piezoeléctrico 2 se reduce en comparación con la longitud de la porción superpuesta, y se puede aumentar el número de sustratos piezoeléctricos 2 obtenidos de una única oblea piezoeléctrica.

20 Además, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a y los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b se superponen entre sí en la dirección de referencia K, y las primeras ranuras de no expulsión 4a y las segundas ranuras de no expulsión 4b no están abiertas en esta área superpuesta. Además, la primera y la segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no están abiertas también en un área de los primeros extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a y un área de los segundos extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b. Por lo tanto, no es necesario proporcionar hendiduras para bloquear las primeras ranuras de no expulsión 4a y las segundas ranuras de no expulsión 4b. Como resultado, la estructura de la placa de cubierta 8 puede ser extremadamente simplificada.

30 Por ejemplo, cuando un paso de la boquilla del primer conjunto de boquillas 12a o el segundo conjunto de boquillas 12b está alineado en la dirección de referencia K es de $100 \mu\text{m}$, un paso en la dirección de referencia K de las primeras ranuras de no expulsión 4a o la segunda ranuras de no expulsión 4b también es de $100 \mu\text{m}$. Cuando las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión están abiertas en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, que es diferente de la presente invención, se deben formar hendiduras en la cámara de líquido de la placa de cubierta 8 en un paso de $100 \mu\text{m}$ en la dirección de referencia K. Además, es necesario usar un material que tenga el mismo nivel del coeficiente de expansión térmica que el sustrato piezoeléctrico 2 en la placa de cubierta 8. Un material cerámico en el que es difícil realizar un procesamiento fino, por ejemplo, se usa cerámica PZT que es la misma que el material del sustrato piezoeléctrico 2. Se requiere una técnica de alto procesamiento para proporcionar hendiduras con un paso de $100 \mu\text{m}$ en este material cerámico. Hay una tendencia a estrechar el paso de la boquilla. Por lo tanto, la placa de cubierta que no requiere hendiduras finas como en la presente realización puede contribuir en gran medida a la reducción de costes del cabezal de chorro de líquido 1.

(Tercera realización)

45 Las figuras 6A y 6B son dibujos explicativos de un cabezal de chorro de líquido 1 según la tercera realización de la presente invención. La figura 6A es una vista esquemática en sección transversal vertical del cabezal de chorro de líquido 1 en la dirección de la ranura. La figura 6B es una vista en planta esquemática de un sustrato piezoeléctrico 2 visto desde una superficie superior US del mismo. Los diferentes puntos de la segunda realización son posiciones de colocación de los electrodos de accionamiento 13, los terminales comunes 16 y los terminales individuales 17, y la forma de una parte de cada ranura de no expulsión 4. Las otras configuraciones son sustancialmente las mismas que las de la segunda realización. Por lo tanto, a continuación, se describirán principalmente los diferentes puntos de la segunda realización, y se omitirá la descripción de los mismos puntos. Los mismos componentes o componentes que tienen la misma función se indican con las mismas marcas a través de los dibujos.

55 Como se ilustra en la figura 6A, el cabezal de chorro de líquido 1 está provisto del sustrato piezoeléctrico 2, una placa de cubierta 8 que está unida a la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, y una placa de boquilla 10 que está unida a una superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. El ancho en la dirección de la ranura del sustrato piezoeléctrico 2 es más ancho que el ancho en la dirección de la ranura de la placa de cubierta 8. La placa de cubierta 8 está unida a la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 de modo que una parte de la superficie superior US está expuesta, estando la parte situada cerca de los extremos opuestos en la dirección de la ranura del sustrato piezoeléctrico 2.

65 Al igual que con la segunda realización, una primera fila de ranuras 5a tiene unas primeras ranuras de expulsión 3a alargadas y unas primeras ranuras de no expulsión 4a alargadas que están dispuestas alternativamente en una dirección de referencia K, una segunda fila de ranuras 5b tiene segundas ranuras de expulsión 3b alargadas y segundas ranuras de no expulsión 4b alargadas que están dispuestas alternativamente en la dirección de referencia K, y la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b están dispuestas paralelas entre sí en la dirección

de referencia K. Además, al igual que con la segunda realización, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Además, los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado y los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado están separadas entre sí, y se solapan entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Además, al igual que con la segunda realización, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia K.

La forma en sección transversal de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b se ajusta sustancialmente a una forma invertida verticalmente de la forma en sección transversal de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. Es decir, los extremos de la primera y la segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b, estando los extremos ubicados opuestos al lado adyacente, no se extienden hasta una superficie lateral SS del sustrato piezoeléctrico 2, que es diferente de la segunda realización.

Los electrodos de accionamiento 13 se forman en las superficies laterales de la primera y segunda ranura de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b no en una parte entre una posición que corresponde aproximadamente a la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2 y la superficie inferior LS, pero en una parte entre la posición correspondiente a aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2 y la superficie superior US. Además, las posiciones en la dirección de la ranura de los electrodos de accionamiento 13 que se forman en las superficies laterales de cada una de las primeras ranuras de no expulsión 4a o las segundas ranuras de no expulsión 4b están dentro de un área de una porción de apertura 14 en la que cada una de las primeras ranuras de no expulsión 4a o las segundas ranuras de no expulsión 4b están abiertas en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Cuando se usa un sustrato tipo chevron como sustrato piezoeléctrico 2, los electrodos de accionamiento 13 pueden formarse en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b hasta una posición más profunda que la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2.

Como se ilustra en la figura 6B, en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, se colocan los primeros terminales comunes 16a que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a y los primeros terminales individuales 17a que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las primeras ranuras de no expulsión 4a. Además, en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, se colocan segundos terminales comunes 16b que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las segundas ranuras de expulsión 3b y los segundos terminales individuales 17b que están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 de las segundas ranuras de no expulsión 4b. Los primeros terminales comunes 16a y los primeros terminales individuales 17a se proporcionan para extenderse hasta la proximidad de un extremo en el primer lado de la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Los segundos terminales comunes 16b y los segundos terminales individuales 17b se proporcionan para extenderse hasta la proximidad de un extremo en el segundo lado de la superficie superior US. Este primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b están conectados al cableado formado en una placa de circuito flexible, de modo que se pueda suministrar una señal de accionamiento a cada uno de los electrodos de accionamiento 13.

Más específicamente, en la primera fila de ranuras 5a, los electrodos de accionamiento 13 formados en ambas superficies laterales de cada una de las primeras ranuras de expulsión 3a están conectados al primer terminal común 16a correspondiente. Además, los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de dos primeras ranuras de no expulsión 4a entre las cuales se interpone una primera ranura de expulsión 3a, estando las superficies laterales orientadas hacia la primera ranura de expulsión 3a, están conectados eléctricamente entre sí a través del primer terminal individual 17a correspondiente. Los primeros terminales individuales 17a se colocan en la superficie superior LS en el extremo orientado hacia la primera fila de ranuras 5a del sustrato piezoeléctrico 2. Los primeros terminales comunes 16a se colocan en la superficie superior LS en posiciones entre los primeros terminales individuales 17a y las primeras ranuras de expulsión 3a. Asimismo en la segunda fila de ranuras 5b, los segundos terminales comunes 16b y los segundos terminales individuales 17b están conectados y colocados de la misma manera que los primeros terminales comunes 16a y los primeros terminales individuales 17a.

En la presente realización, el primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b se colocan en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Sin embargo, Sin embargo, la presente invención no se limita a esta configuración. El primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b pueden formarse en una superficie de la placa de cubierta 8, estando la superficie opuesta al sustrato piezoeléctrico 2, y a través de los electrodos puede formarse la placa de cubierta 8 para conectar de este modo eléctricamente el primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b a los electrodos de accionamiento 13 formados en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y los electrodos de accionamiento 13 formado en las

superficies laterales de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Por consiguiente, es posible evitar que el líquido entre en contacto con los electrodos del primer terminal común 16a o el segundo terminal común 16b y el primer terminal individual 17a o el segundo terminal individual 17b.

5 El cabezal de chorro de líquido 1 que tiene las dos filas de ranuras, a saber, la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b se ha descrito anteriormente en la primera a tercera realizaciones. Sin embargo, la presente invención no se limita a las dos filas de ranuras, y puede tener tres o más filas de ranuras. En este caso, una configuración en la que la configuración de la primera a tercera realizaciones se incluye al menos en dos filas de ranuras adyacentes cae dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, incluso cuando, en la segunda fila de ranuras y la tercera fila de ranuras, las ranuras de expulsión incluidas en la segunda fila de ranuras y las ranuras de no expulsión incluidas en la tercera fila de ranuras no se superponen entre sí en la dirección del espesor de un sustrato piezoeléctrico, y las ranuras de no expulsión incluidas en la segunda fila de ranuras y las ranuras de expulsión incluidas en la tercera fila de ranuras no se superponen entre sí, si la primera fila de ranuras y la segunda fila de ranuras satisfacen la configuración de la primera a tercera realizaciones, tal configuración cae dentro del alcance de la invención.

(Cuarta realización)

20 La figura 7 es una vista superior esquemática parcial de un sustrato piezoeléctrico 2 de un cabezal de chorro de líquido 1 según la cuarta realización de la presente invención. Un punto diferente de la segunda realización o la tercera realización consiste en que cuatro filas de ranuras están dispuestas en una dirección de referencia K una al lado de la otra. Los mismos componentes o componentes que tienen la misma función se indican con las mismas marcas en todos los dibujos.

25 Como se ilustra en la figura 7, el sustrato piezoeléctrico 2 tiene cuatro filas de ranuras, específicamente, de la primera a la cuarta fila de ranuras 5a a 5d en cada una de las cuales las ranuras de expulsión 3 alargadas y las ranuras de no expulsión 4 alargadas están dispuestas alternativamente en la dirección de referencia K. La disposición de las ranuras de expulsión 3 y las ranuras de no expulsión 4 de la segunda fila de ranuras 5b se desvía en un paso de la mitad de la dirección de referencia K de la de la primera fila de ranuras 5a. La disposición de las ranuras de expulsión 3 y las ranuras de no expulsión 4 de la tercera fila de ranuras 5c se desvía en un paso de $-1/4$ en la dirección de referencia K de la de la segunda fila de ranuras 5b. La disposición de la ranura de expulsión 3 y las ranuras de no expulsión 4 de la cuarta fila de ranuras 5d se desvía por un paso de $-1/2$ en la dirección de referencia K del de la tercera fila de ranuras 5c. Cuando se ve desde la dirección de la ranura, las ranuras de expulsión 3 están dispuestas a intervalos iguales de $1/4$ de paso, lo que da como resultado una densidad de grabación cuádruple en la dirección de referencia K.

40 Ambos extremos de cada una de las ranuras de expulsión 3a a 3d tienen superficies inclinadas que están inclinadas hacia fuera desde la superficie inferior LS hacia la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Además, ambos extremos de cada una de las ranuras de no expulsión 4a a 4d tienen superficies inclinadas que se inclinan hacia fuera desde la superficie superior US hacia la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. Además, las primeras ranuras de expulsión 3a (primeras ranuras de no expulsión 4a) de la primera fila de ranuras 5a y las segundas ranuras de no expulsión 4b (segundas ranuras de expulsión 3b) de la segunda fila de ranuras 5b están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Más específicamente, en la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b que están adyacentes entre sí, los extremos están orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado y los extremos están orientados hacia la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, los extremos están orientados hacia la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado y los extremos están orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicada en el primer lado están separados entre sí, y se solapan entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Por consiguiente, es posible reducir la distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b.

55 Además, las terceras ranuras de expulsión 3c (terceras ranuras de no expulsión 4c) de la tercera fila de ranuras 5c y las cuartas ranuras de no expulsión 4c (cuartas ranuras de expulsión 3d) de la cuarta fila de ranuras 5d están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Más específicamente, en la tercera fila de ranuras 5c y la cuarta fila de ranuras 5d que son adyacentes entre sí, los extremos están orientados hacia la cuarta fila de ranuras 5d de las terceras ranuras de expulsión 3c incluidas en la tercera fila de ranuras 5c ubicadas en el primer lado y los extremos están orientados hacia la tercera fila de ranuras 5c de las cuartas ranuras de no expulsión 4d incluidas en la cuarta fila de ranuras 5d ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, los extremos están orientados hacia la tercera fila de ranuras 5c de las cuartas ranuras de expulsión 3d incluidas en la cuarta fila de ranuras 5d ubicadas en el segundo lado y los extremos están orientados hacia la cuarta fila de ranuras 5d de las terceras ranuras de no expulsión 4c incluidas en la tercera fila de ranuras 5c

ubicadas en el primer lado están separados entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Por consiguiente, es posible reducir la distancia entre la tercera fila de ranuras 5c y la cuarta fila de ranuras 5d.

5 Además, en la segunda fila de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c que están adyacentes entre sí, los extremos están orientados hacia la tercera fila de ranuras 5c de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el primer lado y los extremos están orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las terceras ranuras de expulsión 3c incluidas en la tercera fila de ranuras 5c ubicada en el segundo lado se superponen entre sí o se comunican entre sí en la dirección de referencia K. De manera similar, en la segunda fila
10 de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c que son adyacentes entre sí, los extremos están orientados hacia la tercera fila de ranuras 5c de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el primer lado y los extremos están orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las terceras ranuras de no expulsión 4c incluidas en la tercera fila de ranuras 5c ubicada en el segundo lado se superponen entre sí o se comunican entre sí en la dirección de referencia K. Por consiguiente, es posible reducir la distancia entre la segunda
15 fila de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c.

Una placa de cubierta 8 está unida a la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Las cámaras de líquido comunes 9a y 9d y las cámaras de líquido individuales 9b, 9c, 9e que están separadas entre sí se colocan en la
20 placa de cubierta 8. La cámara de líquido común 9a se comunica con los extremos orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a y los extremos orientados hacia la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de expulsión 3b de la segunda fila de ranuras 5b. La cámara de líquido común 9d se comunica con los extremos que están orientados hacia la cuarta fila de ranuras 5d de las terceras ranuras de expulsión 3c de la tercera fila de ranuras 5c y los extremos que están orientados hacia la
25 tercera fila de ranuras 5c de las cuartas ranuras de expulsión 3d de la cuarta fila de ranuras 5d. La cámara de líquido individual 9b se comunica con los extremos opuestos a la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a. La cámara de líquido individual 9e se comunica con los extremos opuestos a la tercera fila de ranuras 5c de las cuartas ranuras de expulsión 3d de la cuarta fila de ranuras 5d. Además, la cámara de líquido individual 9c se comunica con los extremos que están orientados hacia la tercera fila
30 de ranuras 5c de las segundas ranuras de expulsión 3b de la segunda fila de ranuras 5b y los extremos que están orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las terceras ranuras de expulsión 3c de la tercera fila de ranuras 5c. De esta manera, cada una de las cámaras de líquido comunes 9a y 9d y la cámara de líquido individual 9c se comunican comúnmente con las ranuras de expulsión de las filas de ranuras adyacentes, y las ranuras de no expulsión 4 no están abiertas en un área en la que cada una de las cámaras de líquido está abierta. Por lo tanto, la estructura de la placa de cubierta 8 puede simplificarse. Además, la longitud en la dirección de la ranura de cada uno
35 del sustrato piezoeléctrico 2 y la placa de cubierta 8 puede acortarse en gran medida.

Una placa de boquilla 10 (no ilustrada) está unida a la superficie inferior LS (no ilustrada) del sustrato piezoeléctrico 2. La placa de boquilla 10 está provista de boquillas 11 que se comunican con las ranuras de expulsión 3a a 3d
40 respectivas. Las boquillas 11 forman de primero a cuarto conjuntos de boquillas 12a a 12d que corresponden respectivamente de primera a cuarta filas de ranura 5a a 5d. Los electrodos de accionamiento se forman en las superficies laterales de cada una de las ranuras. Cada uno de los electrodos de accionamiento se puede conectar eléctricamente a un circuito externo a través de un terminal común o un terminal individual colocado en la superficie inferior LS o la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Cuando el terminal común y el terminal individual se extraen de la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2, por ejemplo, se proporciona electrodos
45 pasantes en la placa de cubierta 8, y el terminal común y el terminal individual se pueden extraer a la superficie de la placa de cubierta 8 a través de los electrodos pasantes.

En la presente realización, para reducir la distancia entre la segunda fila de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c, las segundas ranuras de expulsión 3b y las terceras ranuras de expulsión 3c pueden comunicarse con una porción de apertura de la cámara de líquido individual 9c. Sin embargo, alternativamente, la segunda fila de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c pueden separarse entre sí, y una región terminal del terminal común y el terminal individual puede colocarse entre la segunda fila de ranuras 5b y la tercera fila de ranuras 5c. Además, dado que los materiales del sustrato piezoeléctrico 2 y la placa de cubierta 8 son los mismos que los de la primera a la tercera realización, se omitirá la descripción de los mismos.
50

55 (Quinta realización)

La figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido 1 según una quinta realización de la presente invención. La figura 9 es un diagrama para explicar el método de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 según la quinta realización. La figura 9 (S1) ilustra un estado en el que se forma una ranura de expulsión 3 sobre un sustrato piezoeléctrico 2 usando una cuchilla de corte 20. La figura 9 (S2-1) ilustra un estado en el que se forma una ranura de no expulsión 4 en el sustrato piezoeléctrico 2 usando la cuchilla de corte 20. La figura 9 (S2-2) es una vista en sección transversal esquemática del sustrato piezoeléctrico 2 en el que se forman la ranura de expulsión 3 y la ranura de no expulsión 4. La presente realización es una configuración básica del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 según la presente invención. Los mismos componentes o componentes que tienen la misma función se indican con las mismas marcas en todos los dibujos.
60
65

Como se ilustra en la figura 8, el método de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 incluye una etapa de formación de la ranura de expulsión S1 y una etapa de formación de la ranura de no expulsión S2. El orden de las etapas puede ser tal que la etapa de formación de la ranura de no expulsión S2 se realice primero, y la etapa de formación de la ranura de expulsión S1 se realice después. Como se ilustra en la figura 9 (S1), en la etapa de formación de la ranura de expulsión S1, el sustrato piezoeléctrico 2 se corta desde una superficie superior US del mismo usando la cuchilla de corte en forma de disco 20 para formar una pluralidad de ranuras de expulsión 3 alargadas. Después, como se ilustra en la figura 9 (S2-1), en la etapa de formación de la ranura de no expulsión S2, el sustrato piezoeléctrico 2 se corta desde una superficie inferior LS del mismo ubicada opuesta a la superficie superior US usando la cuchilla de corte en forma de disco 20 para formar una pluralidad de ranuras de no expulsión 4 alargadas en paralelo a la dirección de la ranura de las ranuras de expulsión 3.

En este punto se forma una primera fila de ranuras 5a en la que las primeras ranuras de expulsión 3a y las primeras ranuras de no expulsión 4a están dispuestas alternativamente en la dirección de referencia K y una segunda fila de ranuras 5b en la que las segundas ranuras de expulsión 3b y las segundas ranuras de no expulsión 4b están dispuestas alternativamente en la dirección de referencia K (véase la figura 1). Además, como se ilustra en la figura 9 (S2-2), las ranuras están formadas de manera que, en la primera y la segunda filas de ranuras adyacentes 5a y 5b, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, las ranuras se forman de modo que los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado y los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado están separadas entre sí, y se solapan entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Por consiguiente, la distancia entre la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b que son adyacentes entre sí puede reducirse. Por lo tanto, se incrementa el número de sustratos piezoeléctricos 2 obtenidos de una única oblea piezoeléctrica, lo que permite lograr una reducción de costos.

Además, las ranuras pueden formarse de modo que, en la primera y segunda fila de ranuras 5a y 5b adyacentes, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicada en el segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia K. De manera similar, las ranuras pueden formarse de modo que los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a estén incluidos en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia K. Además, las ranuras pueden formarse de modo que, en un área en la cual las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de expulsión 3b se superponen entre sí en la dirección de referencia K, todas las primeras ranuras de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a y las segundas ranuras de expulsión 3b de la segunda fila de ranuras 5b está abierta en la superficie superior US y todas las primeras ranuras de no expulsión 4a de la primera fila de ranuras 5a y las segundas ranuras de no expulsión 4b de la segunda fila de ranuras 5b no están abiertas en la superficie superior US.

Por consiguiente, la estructura de una cámara de líquido 9 de una placa de cubierta 8 que está unida a la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 puede simplificarse. Es decir, no es necesario proporcionar hendiduras para evitar la comunicación con la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b en una cámara de líquido común 9a de la placa de cubierta 8, comunicándose la cámara de líquido común 9a con la primera y segunda ranura de expulsión 3a y 3b.

A continuación, se realizará una descripción detallada. La cerámica PZT se puede usar como el sustrato piezoeléctrico 2. Al igual que la cuchilla de corte 20, se puede usar una que tenga granos abrasivos como el diamante incrustado en la periferia de la misma. En la primera fila de ranuras 5a o la segunda fila de ranuras 5b, un paso de las ranuras de expulsión 3 puede ser de varias decenas de μm a varios cientos de μm . Aunque es un requisito esencial que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b penetren el sustrato piezoeléctrico 2 en la dirección de espesor del mismo, la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b pueden penetrar o no penetrar el sustrato piezoeléctrico 2 en la dirección de espesor del mismo. Sin embargo, una pared de accionamiento entre una primera ranura de expulsión 3a y una primera ranura de no expulsión 4a tiene preferentemente la misma forma en ambos lados que están orientados hacia la primera ranura de expulsión 3a y el lado que está orientado hacia la primera ranura de no expulsión 4a. La forma de una pared de accionamiento entre una segunda ranura de expulsión 3b y una segunda ranura de no expulsión 4b es la misma que la anterior.

Además, no es un requisito esencial que, en la etapa de formación de la ranura de expulsión S1 o la etapa de formación de la ranura de no expulsión S2, el sustrato piezoeléctrico 2 se corte más profundo que el espesor del mismo para permitir de este modo la primera ranura de expulsión 3a o la segunda ranura de expulsión 3b para penetrar en el sustrato piezoeléctrico 2. Por ejemplo, el sustrato piezoeléctrico 2 puede cortarse en una posición intermedia en la dirección del espesor del mismo en la etapa de formación de la ranura de no expulsión S1 o la etapa de formación de la ranura de no expulsión S2, y la superficie superior US o la superficie inferior LS pueden

rectificarse posteriormente para permitir de ese modo que al menos la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b penetren el sustrato piezoeléctrico 2.

5 El espesor del sustrato piezoeléctrico 2 puede ser, por ejemplo, de 200 μm a 400 μm . La distancia más cercana entre las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b es preferentemente de 10 μm o más. Por ejemplo, en un caso en el que la forma de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la forma de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b están invertidas verticalmente y tienen sustancialmente la misma forma, cuando el espesor del sustrato piezoeléctrico 2, es decir, la profundidad de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b está formada para ser de 360 μm , la longitud w1 en la dirección de la ranura de la superficie inclinada 6 de la ranura de expulsión 3 es de aproximadamente 3,5 mm. Además, las ranuras de expulsión 3 y las ranuras de no expulsión 4 no se comunican entre sí en la dirección del espesor T, y la longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura es de aproximadamente 2 mm. Cuando el espesor del sustrato piezoeléctrico 2 es de 300 μm , la longitud w1 de la superficie inclinada 6 es de aproximadamente 3,1 mm y, por otro lado, la longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura es de aproximadamente 1,7 mm. Cuando el espesor del sustrato piezoeléctrico 2 es de 250 μm , la longitud w1 de la superficie inclinada 6 es de aproximadamente 2,8 mm y, por otro lado, la longitud w2 de la porción superpuesta en la dirección de la ranura es de aproximadamente 1,4 mm. De esta manera, es posible reducir la distancia entre las filas de ranuras y, por lo tanto, disponer las ranuras de expulsión en alta densidad.

20 Además, la presente invención no se limita al ejemplo en el que se forman las dos filas, a saber, la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b. Se pueden formar múltiples filas que incluyen tres o más filas de ranuras. Asimismo en este caso, como se describe en la tercera y cuarta realizaciones, solo se requiere que, en cualquiera de las adyacentes de las filas de ranuras, los extremos en el segundo lado de las ranuras de expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicada en el primer lado y los extremos en el primer lado de las ranuras de no expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicadas en el segundo lado estén separados entre sí, y se superpongan entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, y no es necesario satisfacer el requisito anterior en todas las filas de ranuras adyacentes.

(Sexta realización)

30 Las figuras 10 a 16 son dibujos explicativos de un método de fabricación de un cabezal de chorro de líquido 1 según la sexta realización de la presente invención. La figura 10 es un diagrama de flujo del método de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1. Cada una de las figuras 11 a 16 es una vista en sección transversal esquemática o una vista en planta esquemática para explicar cada etapa. Los mismos componentes o componentes que tienen la misma función se indican con las mismas marcas en todos los dibujos.

35 Como se ilustra en la figura 10, el método de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 según la presente realización incluye: una etapa de formación de la ranura de expulsión S1 para formar ranuras de expulsión 3 alargadas en una superficie superior US de un sustrato piezoeléctrico 2; una etapa de rectificado de la superficie superior del sustrato S3 para rectificar la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 para adelgazar el espesor del sustrato piezoeléctrico 2; una etapa de unión de la placa de cubierta S4 para unir una placa de cubierta 8 a la superficie superior del suelo US; una etapa de rectificado de la superficie inferior del sustrato S5 para rectificar una superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 para permitir que las ranuras de expulsión 3 se abran en la superficie inferior LS; una etapa de colocación de película de resina fotosensible S6 para colocar una película de resina fotosensible 21 en la superficie inferior del suelo LS; una etapa de formación del patrón de película de resina S7 para modelar la película de resina fotosensible 21; una etapa de formación de la ranuras de no expulsión S2 para formar ranuras de no expulsión 4 alargadas en la superficie inferior LS en la que se forma un patrón de la película de resina fotosensible 21 en posiciones entre las ranuras de expulsión 3 dispuestas en la dirección de referencia K; una etapa de depósito de material aislante S8 para depositar un material aislante desde la superficie inferior LS del material piezoeléctrico 2; una etapa de depósito de material conductor S9 para depositar un material conductor desde la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2; una etapa de formación del patrón de película conductora S10 para modelar la película conductora mediante un método de despegue; y una etapa de unión de la placa de boquilla S11 para unir una placa de boquilla 10 a la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2.

55 A continuación, cada una de las etapas se describirá con referencia a las figuras 11 a 16. Primero, en la etapa de formación de la ranura de expulsión S1 ilustrada en la figura 11 (S1), el sustrato piezoeléctrico 2 que tiene un espesor t de 0,8 mm se corta de la superficie superior US utilizando una cuchilla de corte en forma de disco 20 para formar una pluralidad de primeras ranuras de expulsión 3a alargadas a intervalos iguales en una dirección de referencia K, que es una dirección de profundidad de la hoja. Además, se forman una pluralidad de segundas ranuras de expulsión 3b alargadas a intervalos iguales en la dirección de referencia K, que es la dirección de profundidad de la lámina adyacente a las primeras ranuras de expulsión 3a. Las primeras ranuras de expulsión 3a constituyen una primera fila de ranuras 5a, y las segundas ranuras de expulsión 3b constituyen una segunda fila de ranuras 5b. Los extremos orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a y los extremos orientados hacia la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b se superponen entre sí en la dirección de referencia K (la dirección de profundidad de la hoja). Por ejemplo, la cuchilla de corte 20 puede tener un radio de

aproximadamente una pulgada. El sustrato piezoeléctrico 2 se corta hasta una profundidad que no permite que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b penetren en el sustrato piezoeléctrico 2 a través de la superficie inferior LS del mismo para garantizar la resistencia del sustrato piezoeléctrico 2.

5 Después, en la etapa de rectificado de la superficie superior del sustrato S3 ilustrada en la figura 11 (S3), la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 se rectifica para adelgazar el espesor t del sustrato piezoeléctrico 2 a 0,5 mm. Asimismo en este punto, la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b no están abiertas en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. Por lo tanto, las paredes laterales entre las ranuras de expulsión 3 son continuas entre sí en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, y por lo tanto se mantiene la
10 resistencia del sustrato piezoeléctrico 2. La etapa de rectificado de la superficie superior del sustrato S2 está incluida en una etapa de rectificado del sustrato piezoeléctrico. Además, la etapa de rectificado de la superficie superior del sustrato S3 no es un requisito esencial de la presente invención. Cuando el sustrato piezoeléctrico 2 se corta para permitir que las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de expulsión 3b tengan una profundidad necesaria en la etapa de formación de la ranura de expulsión S1, se puede omitir la etapa de rectificado de la
15 superficie superior del sustrato S3.

Luego, en la etapa de unión de la placa de cubierta S4 ilustrada en la figura 11 (S4), la placa de cubierta 8 que tiene una cámara de líquido común 9a que está formada en el centro de la misma y las cámaras de líquido individuales 9a y 9c que están formadas en ambos lados de la cámara de líquido común 9a están unidas a la superficie superior US
20 del sustrato piezoeléctrico 2 con adhesivo para permitir que la cámara de líquido común 9a se comunique con la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. La cámara de líquido común 9a tiene una abertura alargada sin hendidura dentro de la misma. La cámara de líquido individual 9b y la cámara de líquido individual 9c se comunican respectivamente con las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de expulsión 3b. Cada una de las cámaras de líquido individuales 9b y 9c tiene una abertura alargada sin hendidura dentro de la misma al igual que la
25 cámara de líquido común 9a.

El material de la placa de cubierta 8 tiene preferentemente un coeficiente de expansión térmica igual al del sustrato piezoeléctrico 2. Por ejemplo, se puede usar el mismo material que la placa de cubierta 8 y que el sustrato piezoeléctrico 2. Además, las cerámicas mecanizables que tienen un coeficiente de expansión térmica similar al del
30 sustrato piezoeléctrico 2. Como no es necesario proporcionar hendiduras con un paso de varias decenas de μm a varios cientos de μm en la placa de cubierta 8, la placa de cubierta 8 puede fabricarse fácilmente. La placa de cubierta 8 también funciona como una placa de refuerzo que refuerza el sustrato piezoeléctrico 2.

Después, en la etapa de rectificado de superficie inferior del sustrato S5 ilustrada en la figura 11 (S5), la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 se rectifica para adelgazar el espesor del sustrato piezoeléctrico de 2 a 0,3 mm para permitir de este modo que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b se abran en la superficie inferior LS. Por consiguiente, las posiciones de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b pueden confirmarse fácilmente desde la superficie inferior LS. La etapa de rectificado del sustrato S5 se incluye en la etapa de rectificado del sustrato piezoeléctrico.
40

Después, en la etapa de colocación de la película de resina fotosensible S6 ilustrada en la figura 11 (S6), se coloca una película de resina fotosensible 21 en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2. Específicamente, la película de resina fotosensible 21 en forma de lámina se adhiere a la superficie inferior LS. Después, en la etapa de formación del patrón de película de resina S7 ilustrada en la figura 12 (S7), la película de resina fotosensible 21 se expone y desarrolla para formar un patrón de la película de resina fotosensible 21 indicada por sombreado.
45

Después, en la etapa de formación de ranura de no expulsión S2 ilustrada en la figura 13 (S2-1), el sustrato piezoeléctrico 2 se corta usando la cuchilla de corte en forma de disco 20 desde la superficie inferior LS ubicada opuesta a la superficie superior US para formar una pluralidad de ranuras de no expulsión 4 alargadas en paralelo a la dirección de la ranura de las ranuras de expulsión 3. En la primera fila de ranuras 5a, las primeras ranuras de no expulsión 4a se forman en paralelo y se alternan con las primeras ranuras de expulsión 3a en la dirección de referencia K. En la segunda fila de ranuras 5b, se forman las segundas ranuras de no expulsión 4b en paralelo y se alternan con las segundas ranuras de expulsión 3b en la dirección de referencia K. El corte se realiza hasta una profundidad que alcanza ligeramente la placa de cubierta 8 para hacer una forma invertida verticalmente de la forma de la sección transversal de las ranuras de no expulsión 4 dentro del sustrato piezoeléctrico 2 igual que la forma de la sección transversal de las ranuras de expulsión 3.
50
55

Además, las ranuras están formadas de manera que, en la primera y la segunda filas de ranuras adyacentes 5a y 5b, los segundos extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los primeros extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. De manera similar, las ranuras se forman de modo que los primeros extremos de las segundas ranuras de expulsión 3b incluidas en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado y los segundos extremos de las primeras ranuras de no expulsión 4a incluidas en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado están separados entre sí, y se solapan entre sí en la dirección del espesor T del sustrato piezoeléctrico 2. Además, los extremos opuestos a la primera fila de ranuras 5a de las segundas ranuras
60
65

de no expulsión 4b se forman para extenderse hasta la superficie lateral SS dejando una parte de los sustratos piezoeléctricos 2, teniendo la parte un espesor inferior a la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, en el lado de la superficie superior US. En la figura 13 (S2-1), la cuchilla de corte 20 se mueve hacia abajo hacia la superficie inferior LS, y se mueve hacia la superficie lateral SS para formar la segunda ranura de no expulsión 4b para extenderse hasta la superficie lateral SS. Al igual que con las segundas ranuras de no expulsión 4b, los extremos opuestos a la segunda fila de ranuras 5b de las primeras ranuras de no expulsión 4a también están formados para extenderse hasta la superficie lateral SS.

La distancia más cercana entre las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b y entre las segundas ranuras de expulsión 3b y las primeras ranuras de no expulsión 4a no es inferior a 10 μm . El ancho de superposición en la dirección de la ranura es de aproximadamente 1,7 mm. Cuando la distancia más cercana Δt es inferior a 10 μm , las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b pueden comunicarse entre sí a través de un vacío existente dentro del sustrato piezoeléctrico 2. Por lo tanto, para evitar tal situación, la distancia más cercana Δt se establece en 10 μm o más.

La figura 13 (S2-2) es una vista en planta esquemática del sustrato piezoeléctrico 2 visto desde la superficie inferior LS. La primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b están abiertas en la superficie inferior LS. Además, el patrón de la película de resina fotosensible 21 se forma en la superficie inferior LS. Por lo tanto, es posible realizar fácilmente el posicionamiento cuando se corta el sustrato piezoeléctrico 2 para formar las ranuras de no expulsión 4. El cableado y los electrodos de los terminales se forman en un área en la que se retira la película de resina fotosensible 21 y se expone, de este modo, la superficie inferior LS.

Después, en la etapa de depósito de material aislante S8 ilustrada en la figura 14, un material aislante tal como el óxido de silicón (SiO_2 , SiO , cuarzo, sílice, etc.) que define un área de accionamiento de las paredes laterales 18 se deposita en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b para formar una película aislante 19. La figura 14 (S8-1) es una vista en planta esquemática que ilustra un estado en el que las máscaras 23 se colocan en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 antes de depositar el material aislante sobre el mismo cuando se ve desde debajo de la superficie inferior LS. La figura 14 (S8-2) es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un estado en el que el material aislante se deposita en la superficie inferior LS desde la parte inferior de la misma. La figura 14 (S8-3) es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un estado en el que la película aislante 19 se forma en las superficies laterales de la primera ranura de expulsión 3a y la segunda ranura de no expulsión 4b.

Como se ilustra en la figura 14 (S8-1), las máscaras 23 se colocan en la superficie inferior LS o en la proximidad de las mismas para cubrir los rangos R que se encuentran dentro de las porciones de apertura 14 en las que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b están abiertas en la superficie inferior LS y sirven como áreas de accionamiento. Después, como se ilustra en la figura 14 (S8-2), el material aislante indicado por flechas que se dirigen desde el lado inferior hacia el lado superior se deposita mediante un método de deposición. Específicamente, el material aislante se deposita desde una dirección que está inclinada hacia la dirección de referencia K con respecto a la dirección normal de la superficie inferior LS y una dirección que está inclinada opuesta a la dirección de referencia K. Por consiguiente, el material aislante se deposita en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b a través de una parte de cada una de las porciones de apertura 14, no estando la parte cubierta por las máscaras 23, para formar la película aislante 19. Como se ilustra en la figura 14 (S8-3), la película aislante 19 se forma en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b para que sea más profunda que aproximadamente $1/4$ del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, preferentemente, aproximadamente $1/3$ a aproximadamente $1/2$ del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Cuando la película aislante 19 se forma para ser menos profunda que aproximadamente $1/4$ del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, se reduce el efecto de definición del área de accionamiento. Por otro lado, cuando la película aislante 19 se forma para que sea más profunda que aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, el tiempo requerido para depositar el material aislante se alarga, lo que resulta en una reducción de la productividad.

Al definir el área de accionamiento de cada una de las paredes laterales 18 de esta manera, se pueden cortar áreas de accionamiento innecesarias. Como resultado, se puede optimizar la eficiencia eléctrica y la deformación de las paredes laterales 18. Además, dado que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b se forman mediante el corte usando una cuchilla de corte, es probable que ocurra variación en las formas de las porciones de apertura 14. Como resultado, se producirá variación en el rango de deposición del material conductor en la etapa de depósito de material conductor S9. Al definir el área de accionamiento formando la película aislante 19 como en la presente realización, es posible retirar la influencia causada por la variación en el rango de deposición del material conductor. En la presente realización, la película aislante 19 está formada también en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Sin embargo, puede omitirse la película aislante 19 formada en la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b. Además, cuando la película aislante 19 no se deposita sobre una parte de la superficie inferior LS y la primera y segunda ranuras de no expulsión 4a y 4b, estando la parte ubicada cerca de la superficie lateral SS, una máscara 23 que tiene una porción de apertura en forma de hendidura puede usarse en el lado exterior con respecto a cada una de las áreas R.

A continuación, en la etapa de depósito de material conductor S9 ilustrada en la figura 15, el material conductor se deposita en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b desde la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 para formar una película conductora 22. La figura 15 (S9-1) es una vista en planta esquemática que ilustra un estado en el que se coloca una máscara 23 en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 antes de depositar el material conductor sobre el mismo cuando se ve desde debajo de la superficie inferior LS. La figura 15 (S9-2) es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un estado en el que el material conductor indicado por flechas se deposita oblicuamente desde debajo de la superficie inferior LS hacia la superficie inferior LS. La figura 15 (S9-3) es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un estado en el que se forma la película conductora 22.

Como se ilustra en la figura 15 (S9-1), la máscara 23 se coloca en la superficie inferior LS para cubrir un área entre las porciones de apertura 14 en la que las primeras ranuras de expulsión 3a de la primera fila de ranuras 5a están abiertas en la superficie inferior LS y las porciones de apertura 14 en la que las segundas ranuras de expulsión 3b de la segunda fila de ranuras 5b están abiertas en la superficie inferior LS. En otras palabras, la máscara 23 se coloca en la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 para cubrir, en la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b adyacentes, los extremos orientados hacia la segunda fila de ranuras 5b de la primera ranura de no expulsión 4a incluidos en la primera fila de ranuras 5a ubicadas en el primer lado y los extremos en el primer lado de las segundas ranuras de no expulsión 4b incluidos en la segunda fila de ranuras 5b ubicadas en el segundo lado. Específicamente, un extremo de la máscara 23, estando el extremo orientado hacia la primera fila de ranuras 5a, se coloca en una posición en la dirección de la ranura en la que la profundidad de las superficies inferiores BS de las primeras ranuras de no expulsión 4a desde la superficie inferior LS se hace más profunda que aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Además, un extremo de la máscara 23, estando el extremo orientado hacia la segunda fila de ranuras 5b, se coloca en una posición en la dirección de la ranura a la que la profundidad de las superficies inferiores BS de las segundas ranuras de no expulsión 4b de la superficie inferior LS se vuelven más profundas que aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2. Más generalmente, la máscara 23 se coloca en una posición en la dirección de la ranura en la que la profundidad de las superficies inferiores BS de las primeras ranuras de no expulsión 4a se vuelven más profundas que los extremos superiores de los electrodos de accionamiento 13 (electrodos de accionamiento individuales 13b) que se van a formar y una posición en la dirección de la ranura a la que la profundidad de las superficies inferiores BS de las segundas ranuras de no expulsión 4b se vuelve más profunda que los extremos superiores de los electrodos de accionamiento 13 (electrodos de accionamiento individuales 13b) que se van a formar. Por consiguiente, se evita el cortocircuito eléctrico de los electrodos de accionamiento 13 (electrodos de accionamiento individuales 13b) formados en las superficies laterales de las primeras ranuras de no expulsión 4a a través de las superficies inferiores BS. Las segundas ranuras de no expulsión 4b son las mismas que las anteriores.

Después, como se ilustra en la figura 15 (S9-2), el material conductor indicado por flechas que se dirigen desde el lado inferior hacia el lado superior se deposita mediante un método de deposición oblicua. El material conductor se deposita desde una dirección que está inclinada hacia la dirección de referencia K con respecto a la dirección normal de la superficie inferior LS y una dirección que está inclinada opuesta a la dirección de referencia K mediante un método de deposición oblicua. Por consiguiente, como se ilustra en la figura 15 (S9-3), el material conductor se deposita en las superficies laterales de las primeras ranuras de expulsión 3a y las segundas ranuras de no expulsión 4b hasta una profundidad de aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico 2, de modo que se forman electrodos de accionamiento 13. Además, el material conductor se deposita en una parte de la superficie inferior LS de la que se retira la película de resina fotosensible 21 y la superficie de la película de resina fotosensible 21, de modo que se forma la película conductora 22. Además, el material conductor no se deposita en el área en la que se coloca la máscara 23. Como material conductor de las primeras ranuras de expulsión 3a, se utiliza un material metálico como titanio y aluminio. Cuando se usa un sustrato piezoeléctrico tipo chevron como sustrato piezoeléctrico 2, la película conductora 22 puede depositarse en las superficies laterales de la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b y la primera y segunda ranuras de expulsión 4a y 4b hasta una posición más profunda que el límite de polarización del sustrato piezoeléctrico 2.

La figura 16 (S10) es una vista en planta esquemática del sustrato piezoeléctrico 2 visto desde la superficie inferior LS. En la etapa de formación del patrón de película conductora S10 ilustrada en la figura 16 (S10), se forma un patrón de la película conductora 22 mediante un método de despegue para retirar la película fotosensible 21 de la superficie inferior LS. Como resultado, en el lado de la primera fila de ranuras 5a, se forman los primeros terminales comunes 16a en la superficie inferior LS. Cada uno de los terminales comunes 16a se forma entre la porción de abertura 14 de la primera ranura de expulsión 3a correspondiente y la superficie lateral SS, y se conecta eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 formados en ambas paredes laterales de la primera ranura de expulsión 3a correspondiente a través del cableado intermedio. Además, los primeros terminales individuales 17a se forman en el primer lado con respecto a los primeros terminales comunes 16a (entre los primeros terminales comunes 16a y la superficie lateral SS). Cada uno de los primeros terminales individuales 17a está conectado eléctricamente a dos electrodos de accionamiento 13 que se forman en las superficies laterales de dos primeras ranuras de no expulsión 4a entre las cuales se interpone una primera ranura de expulsión 3a, estando las superficies laterales orientadas hacia la primera ranura de expulsión 3a. La segunda fila de ranuras 5b es la misma que la anterior.

Después, en la etapa de unión de placa de boquilla S11 ilustrada en la figura 16 (S11), la placa de boquilla 10 está unida a la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2 con adhesivo para permitir que las boquillas 11a y 11b formadas en la placa de boquilla 10 y la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b se comuniquen entre sí. Específicamente, las boquillas 11a y 11b se forman previamente en las posiciones correspondientes a la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. Después, la placa de boquilla 10 se posiciona y se une a la superficie inferior LS para permitir de ese modo que las boquillas 11a y 11b se comuniquen respectivamente con la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. Dado que la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b están abiertas en la superficie inferior LS, el posicionamiento de las boquillas 11 puede realizarse fácilmente. Alternativamente, la placa de boquilla 10 puede unirse primero a la superficie inferior LS del sustrato piezoeléctrico 2, y las boquillas 11a y 11b pueden abrirse posteriormente para permitir que las boquillas 11a y 11b se comuniquen respectivamente con la primera y segunda ranuras de expulsión 3a y 3b. En este caso, el ancho de la placa de boquilla 10 está formado para ser más estrecho que el ancho del sustrato piezoeléctrico 2 para permitir de ese modo que el primer y segundo terminales comunes 16a y 16b y el primer y segundo terminales individuales 17a y 17b estén expuestos.

Al formar el cabezal de chorro de líquido 1 de esta manera, es posible reducir en gran medida el ancho del sustrato piezoeléctrico 2. Por ejemplo, como en un cabezal de chorro de líquido convencional, cuando se forman la primera fila de ranuras 5a y la segunda fila de ranuras 5b en paralelo entre sí sin permitir que los extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a (segundas ranuras de expulsión 3b) y los extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b (primeras ranuras de no expulsión 4a) se superpongan entre sí, el ancho en la dirección de la ranura del sustrato piezoeléctrico 2 se requiere que sea de 29 mm. Por otro lado, como en la presente invención, permitiendo que los extremos de las primeras ranuras de expulsión 3a (segundas ranuras de expulsión 3b) y los extremos de las segundas ranuras de no expulsión 4b (primeras ranuras de no expulsión 4a) se superpongan entre sí, el ancho en la dirección de la ranura del sustrato piezoeléctrico 2 puede reducirse a 18 mm. Además, en un cabezal de chorro de líquido convencional, es necesario formar el mismo número de hendiduras finas que las ranuras de expulsión 3 en la cámara de líquido 9 de la placa de cubierta 8. Sin embargo, no se requieren hendiduras finas en la presente invención. Por lo tanto, en particular, es posible hacer frente a un paso de boquillas de alta densidad.

El método de fabricación anterior es un ejemplo de la presente invención. Por ejemplo, la etapa de formación de no expulsión S2 puede realizarse primero, y la etapa de formación de la ranura de expulsión S1 puede realizarse después. Además, la etapa de depósito de material conductor S9 para depositar la película conductora 22 desde la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2 puede realizarse después de la etapa de formación de la ranura de expulsión S1 y la etapa de formación de la ranura de no expulsión S2. En este caso, los terminales comunes 16a y 16b y los terminales individuales 17a y 17b se forman en la superficie superior US del sustrato piezoeléctrico 2. Además, en la realización anterior se ha descrito el ejemplo en el que las dos filas de ranuras, a saber, se ha formado la primera y la segunda filas de ranuras 5a y 5b. Sin embargo, la presente invención no se limita a las dos filas de ranuras. Por ejemplo, se puede formar un cabezal de chorro de líquido 1 que tiene tres o cuatro filas de ranuras. Cuanto mayor sea el número de filas de ranuras, mayor será el número de sustratos piezoeléctricos obtenidos de una única oblea piezoeléctrica. Como resultado, el costo de fabricación puede reducirse.

(Séptima realización)

La figura 17 es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de chorro de líquido 30 según la séptima realización de la presente invención. El aparato de chorro de líquido 30 está provisto de un mecanismo de movimiento 40 que corresponde a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', las secciones de trayectoria de flujo 35 y 35' que suministran líquido respectivamente a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' y descargan líquido desde los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', y bombas de líquido 33 y 33' y depósitos de líquido 34 y 34' que se comunican respectivamente con las secciones de trayectoria de flujo 35 y 35'. Cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' está provisto de una pluralidad de filas de ranuras. Además, los extremos en el segundo lado de las ranuras de expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicadas en el primer lado y los extremos en el primer lado de las ranuras de no expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicadas en el segundo lado se separan entre sí y se superponen entre sí en la dirección del espesor de un sustrato piezoeléctrico. Al igual que cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', se usa uno cualquiera de los cabezales de chorro de líquido descritos anteriormente de la primera a sexta realizaciones.

El aparato de chorro de líquido 30 está provisto de un par de unidades de transporte 41 y 42 que transporta un medio de grabación 44 tal como papel en una dirección de exploración principal, los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' cada una de las cuales expulsa líquido sobre el medio de grabación 44, una unidad de carro 43 en la que se cargan los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', las bombas de líquido 33 y 33' que suministran respectivamente líquido almacenado en los depósitos de líquido 34 y 34' a las secciones de trayectoria de flujo 35 y 35' presionando, y el mecanismo de movimiento 40 que mueve los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' en una dirección de subescaneado que es perpendicular a la dirección de escaneo principal. Una unidad de control (no ilustrada) controla los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', el mecanismo de movimiento 40 y las unidades de transporte 41 y 42 para accionar.

Cada uno de los pares de unidades de transporte 41 y 42 se extiende en la dirección de subescaneado, e incluye un

- rodillo de rejilla y un rodillo de presión que giran con sus superficies de rodillos haciendo contacto entre sí. El rodillo de rejilla y el rodillo de presión giran alrededor de los ejes respectivos mediante un motor (no ilustrado) para transportar de ese modo el medio de grabación 44, que se intercala entre los rodillos, en la dirección de exploración principal. El mecanismo de movimiento 40 está provisto de un par de carriles de guía 36 y 37, cada uno de los cuales se extiende en la dirección de subescaneado, la unidad de carro 43 que puede deslizarse a lo largo del par de carriles de guía 36 y 37, una correa sin fin 38 a la que la unidad de carro 43 está acoplada para mover la unidad de carro 43 en la dirección de subescaneado, y un motor 39 que hace girar la correa sin fin 38 a través de una polea (no ilustrada).
- 5
- 10 La unidad de carro 43 carga la pluralidad de cabezales de chorro de líquido 1 y 1' sobre las mismas. Los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' expulsan, por ejemplo, gotitas líquidas de cuatro colores que incluyen amarillo, magenta, cian y negro. Cada uno de los depósitos de líquido 34 y 34' almacena líquido del color correspondiente, y suministra el líquido almacenado a cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' a través de cada una de las bombas de líquido 33 y 33' y cada una de las secciones de trayectoria de flujo 35 y 35'. Cada uno de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' expulsa gotas de líquido del color correspondiente en respuesta a una señal de accionamiento. Se puede grabar cualquier patrón en el medio de grabación 44 controlando el tiempo de expulsión del líquido de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', la rotación del motor 39 para accionar la unidad de carro 43 y la velocidad de transporte del medio de grabación 44.
- 15
- 20 En el aparato de chorro de líquido 30 de la presente realización, el mecanismo de movimiento 40 mueve la unidad de carro 43 y el medio de grabación 44 para realizar la grabación. Alternativamente, sin embargo, el aparato de chorro de líquido puede tener una configuración en la que se fija una unidad de carro, y un mecanismo de movimiento mueve bidimensionalmente un medio de grabación para realizar la grabación. Es decir, el mecanismo de movimiento puede tener cualquier configuración siempre que pueda mover relativamente un cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación.
- 25

REIVINDICACIONES

1. Un cabezal de chorro líquido (1) que comprende:

- 5 un sustrato piezoeléctrico (2) que tiene una pluralidad de filas de ranuras (5) en cada una de las cuales las ranuras de eyección alargadas (3) y las ranuras de no eyección alargadas (4) están dispuestas alternativamente en una dirección de referencia (K),
 10 en el que las ranuras de eyección (3) penetran el sustrato (2) desde una superficie superior (US) a través de una superficie inferior (LS) del sustrato (2) y las ranuras de no eyección (4) se abren en la superficie inferior (LS) del sustrato (2),
 en el que una dirección de espesor (T) del sustrato piezoeléctrico (2) se define como una dirección vertical en la cual las superficies superior e inferior (US, LS) del sustrato (2) están separadas, en el que una dirección de ranura en la cual las ranuras de expulsión (3) y las ranuras de no expulsión (4) son alargadas es perpendicular a la dirección de referencia (K), y
 15 en el que la dirección de ranura y la dirección de referencia (K) son ambas perpendiculares a la dirección del espesor (T),
 en el que, en las adyacentes de las filas de ranuras, termina en un segundo lado de las ranuras de expulsión (3a) incluidas en una fila de ranura (5a) ubicada en un primer lado y termina en el primer lado de las ranuras de no expulsión (4b) incluidas en una fila de ranuras (5b) ubicada en el segundo lado se separan entre sí y se superponen entre sí en la dirección del espesor (T) del sustrato piezoeléctrico.
2. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 1, en el que, en las adyacentes de las filas de ranuras, termina en un segundo lado de las ranuras de expulsión (3a) incluidas en una fila de ranura (5a) ubicada en el primer lado y termina en el primer lado de las ranuras de expulsión (3b) incluidas en una fila de ranuras (5b) ubicada en el
 25 segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia (K).
3. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 1 o 2, en el que, en las adyacentes de las filas de ranuras, termina en un segundo lado de las ranuras de no expulsión (4a) incluidas en una fila de ranuras (5a) ubicada en el primer lado y termina en el primer lado de las ranuras de no expulsión (4b) incluidas en una fila de ranuras (5b) ubicada en el segundo lado se superponen entre sí en la dirección de referencia (K).
- 30 4. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, en las adyacentes de las filas de ranuras, termina en el segundo lado de las ranuras de expulsión (3a) incluidas en una fila de ranuras (5a) ubicada en el primer lado, incluye superficies inclinadas (6) inclinadas hacia fuera hacia la superficie superior (US) del sustrato piezoeléctrico, y termina en el segundo lado de las ranuras de no expulsión (4a) incluidas en la fila de ranuras (5a) ubicada en el primer lado incluyen superficies inclinadas (7) inclinadas hacia fuera hacia la superficie inferior (LS) opuesta a la superficie superior del sustrato piezoeléctrico.
- 35 5. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, en las adyacentes de las filas de ranuras, termina en el primer lado de las ranuras de no expulsión (4a) incluidas en una fila de ranuras ubicada en el primer lado (5a) están abiertas en una superficie lateral (SS) del sustrato piezoeléctrico.
- 40 6. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la distancia más cercana (Δt) entre los extremos en el segundo lado de las ranuras de expulsión (3a) incluidas en una fila de ranuras ubicada en el primer lado y termina en el primer lado de las ranuras de no expulsión (4b) incluidas en una fila de ranuras ubicada en el segundo lado no es inferior a 10 μm .
- 45 7. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además una placa de cubierta (8) que tiene una cámara de líquido (9) que se comunica con las ranuras de expulsión, uniéndose la placa de cubierta a la superficie superior del sustrato piezoeléctrico.
- 50 8. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 7, en el que la cámara de líquido incluye una cámara de líquido común (9a) que se comunica con los extremos en el segundo lado de las ranuras de expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicada en el primer lado.
- 55 9. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 7 u 8, en el que la cámara de líquido incluye una cámara de líquido individual (9b, c) que comunica con los extremos en el primer lado de las ranuras de expulsión incluidas en la fila de ranuras ubicada en el primer lado.
- 60 10. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que comprende además una placa de boquilla (10) que tiene una pluralidad de conjuntos de boquillas (12) en cada uno de los cuales las boquillas (11) que se comunican con las ranuras de expulsión están alineadas de manera correspondiente a las filas de ranuras, uniéndose la placa de boquilla a la superficie inferior del sustrato piezoeléctrico.
- 65 11. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los electrodos de accionamiento (13) están formados en superficies laterales de las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión

que no están en una parte entre una posición que corresponde aproximadamente a la mitad de espesor del sustrato piezoeléctrico y la superficie superior, pero en una parte entre la posición correspondiente a aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico y la superficie inferior.

- 5 12. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 11, en el que los electrodos de accionamiento formados en las ranuras de expulsión se posicionan dentro de un área de porciones de apertura en las que las ranuras de expulsión están abiertas en la superficie inferior del sustrato piezoeléctrico en la dirección de ranura.
- 10 13. El cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que los electrodos de accionamiento se forman en las superficies laterales de las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión, no en una parte entre una posición correspondiente a aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico y la superficie inferior, pero en una parte entre la posición correspondiente a aproximadamente la mitad del espesor del sustrato piezoeléctrico y la superficie superior.
- 15 14. El cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 13, en el que los electrodos de accionamiento formados en las ranuras de no expulsión se posicionan dentro de un área de porciones de apertura en las que las ranuras de no expulsión están abiertas en la superficie superior del sustrato piezoeléctrico en la dirección de ranura.
- 20 15. Un aparato de chorro líquido (30) que comprende:
 el cabezal de chorro de líquido (1) según la reivindicación 1;
 un mecanismo de movimiento (40) configurado para mover relativamente el cabezal de chorro de líquido y un medio de grabación;
 un tubo de suministro de líquido (35) configurado para suministrar líquido al cabezal de chorro de líquido; y
 25 un depósito de líquido (34) configurado para suministrar el líquido al tubo de suministro de líquido.
16. Un método para fabricar un cabezal de chorro líquido que comprende:
 30 una etapa de formación de la ranura de expulsión (S1) para cortar un sustrato piezoeléctrico (2) desde una superficie superior (US) del sustrato piezoeléctrico usando una cuchilla de corte (20) para formar una pluralidad de ranuras de expulsión alargadas (3); y
 una etapa de formación de la ranura de no expulsión (S2) para cortar el sustrato piezoeléctrico desde una superficie inferior (LS) opuesta a la superficie superior (US) del sustrato piezoeléctrico utilizando una cuchilla de corte para formar una pluralidad de ranuras de no expulsión (4) alargadas en paralelo a una dirección de ranura
 35 de las ranuras de expulsión,
 en el que las ranuras de expulsión (3) penetran el sustrato (2) desde la superficie superior (US) a través de la superficie inferior (LS),
 en el que una dirección de espesor (T) del sustrato piezoeléctrico (2) se define como una dirección vertical en la cual las superficies superior e inferior (US, LS) del sustrato (2) están separadas,
 40 en el que la dirección de ranura en la cual las ranuras de expulsión (3) y las ranuras de no expulsión (4) son alargadas es perpendicular a la dirección de referencia (K),
 en el que la dirección de ranura y la dirección de referencia (K) son ambas perpendiculares a la dirección del espesor (T), y
 45 en el que una pluralidad de filas de ranuras en cada una de las cuales las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión están dispuestas alternativamente en una dirección de referencia (K) y, en las adyacentes de las filas de ranuras, se forman extremos en un segundo lado de las ranuras de expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicada en un primer lado y extremos en el primer lado de las ranuras de no expulsión incluidas en una fila de ranuras ubicada en el segundo lado que están separadas entre sí, y se superponen entre sí en la dirección del espesor (T) del sustrato piezoeléctrico.
- 50 17. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 16, que comprende además una etapa de unión de la placa de cubierta para unir una placa de cubierta en la que se forma una cámara de líquido común en la superficie superior del sustrato piezoeléctrico para permitir que la cámara del líquido común se comunique con las ranuras de expulsión.
- 55 18. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 16 o 17, que comprende además una etapa de unión de la placa de boquilla (S11) para unir una placa de boquilla a la superficie inferior del sustrato piezoeléctrico para permitir que las boquillas formadas en la placa de boquilla y las ranuras de expulsión se comuniquen entre sí.
- 60 19. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 18, que comprende además una etapa de rectificado de sustrato piezoeléctrico (S5) para rectificar el sustrato piezoeléctrico para tener un espesor predeterminado después de la etapa de formación de la ranura de expulsión.
- 65 20. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 19, que comprende además una etapa de colocación de película de resina fotosensible (S6) para colocar una película

de resina fotosensible sobre el sustrato piezoeléctrico y una etapa de formación de patrón de película de resina (S7) para formar un patrón de la película de resina fotosensible.

- 5 21. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, que comprende además una etapa de depósito de material conductor (S9) para depositar un material conductor en las superficies laterales de las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión desde la superficie inferior del sustrato piezoeléctrico.
- 10 22. El método de fabricación del cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 20, que comprende además una etapa de depósito de material conductor (S9) para depositar un material conductor en las superficies laterales de las ranuras de expulsión y las ranuras de no expulsión desde la superficie superior del sustrato piezoeléctrico.

Fig.1

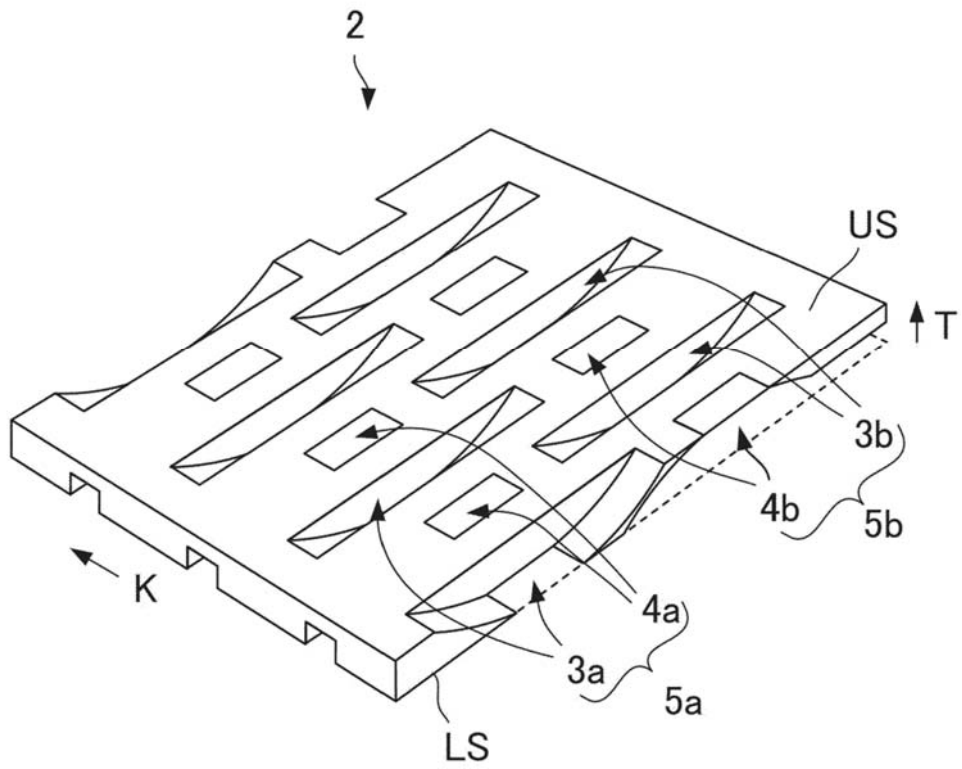


Fig.2A

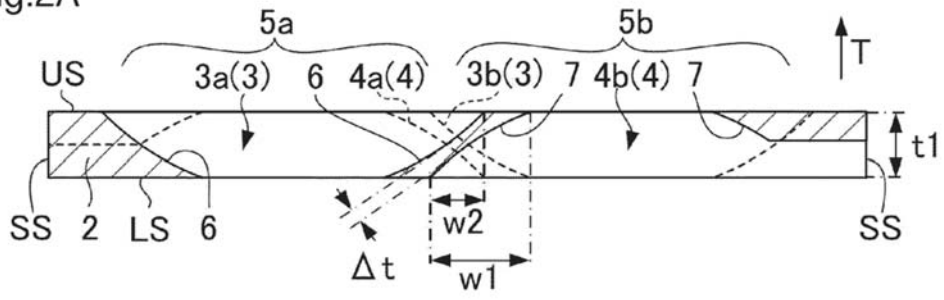


Fig.2B

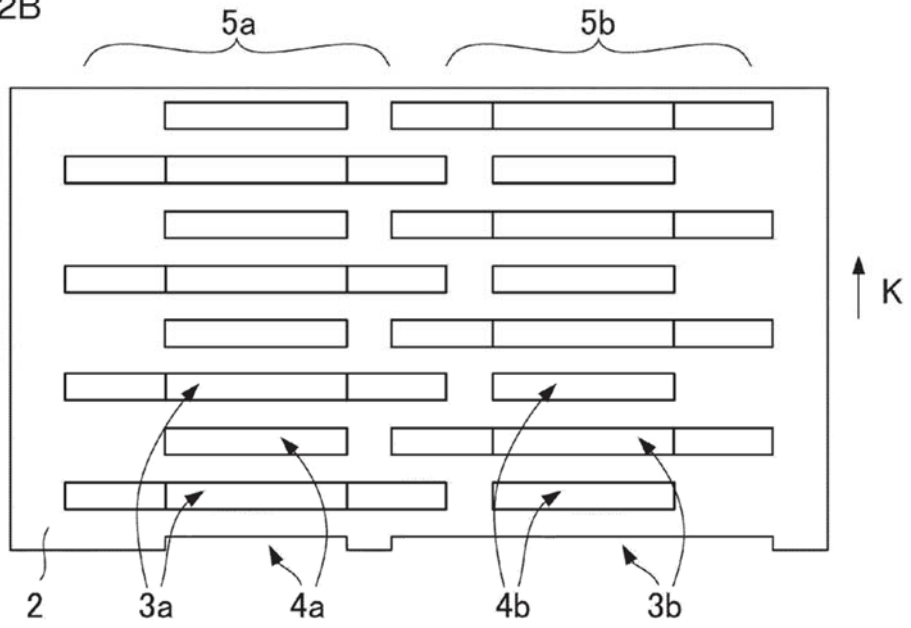


Fig.2C

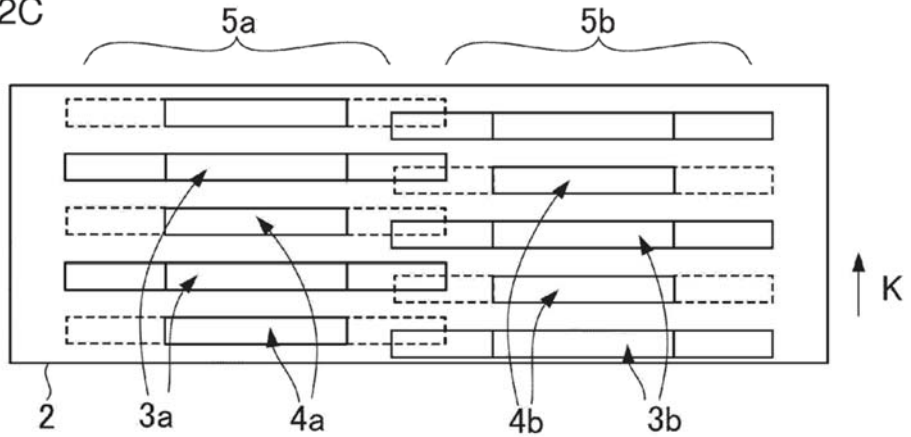


Fig.3

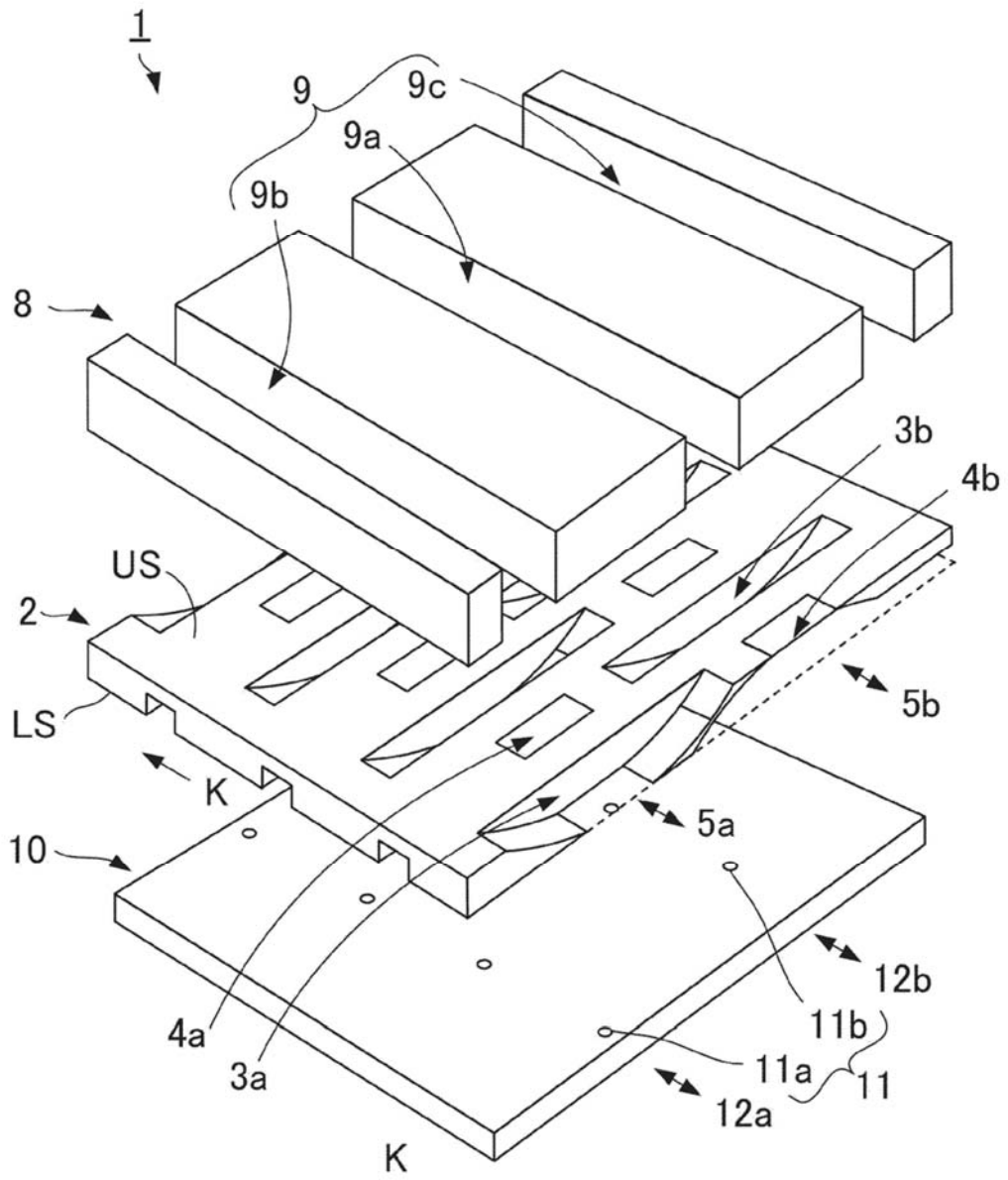


Fig.4A

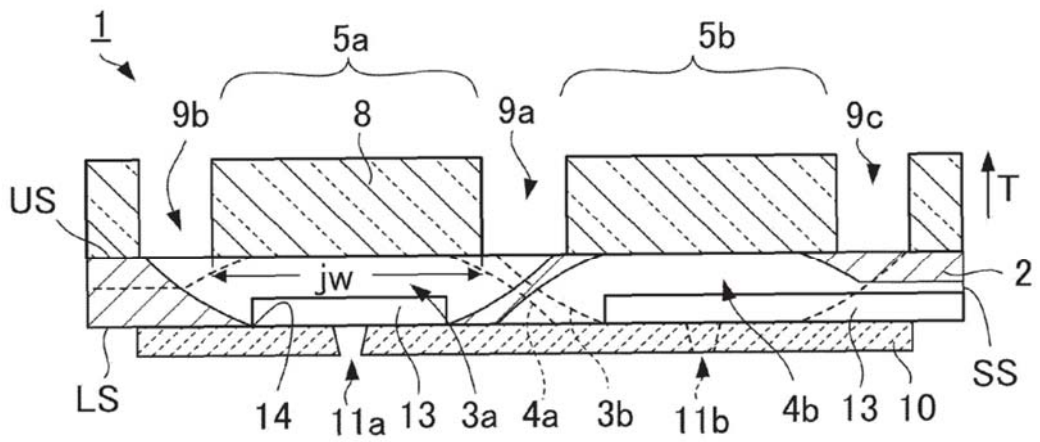


Fig.4B

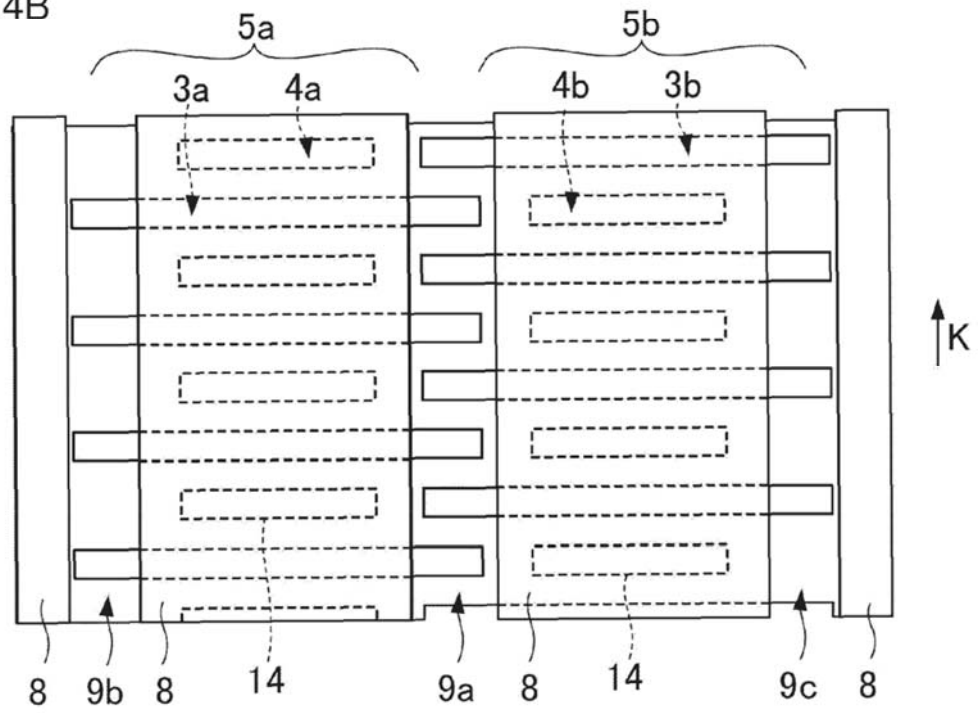


Fig.5

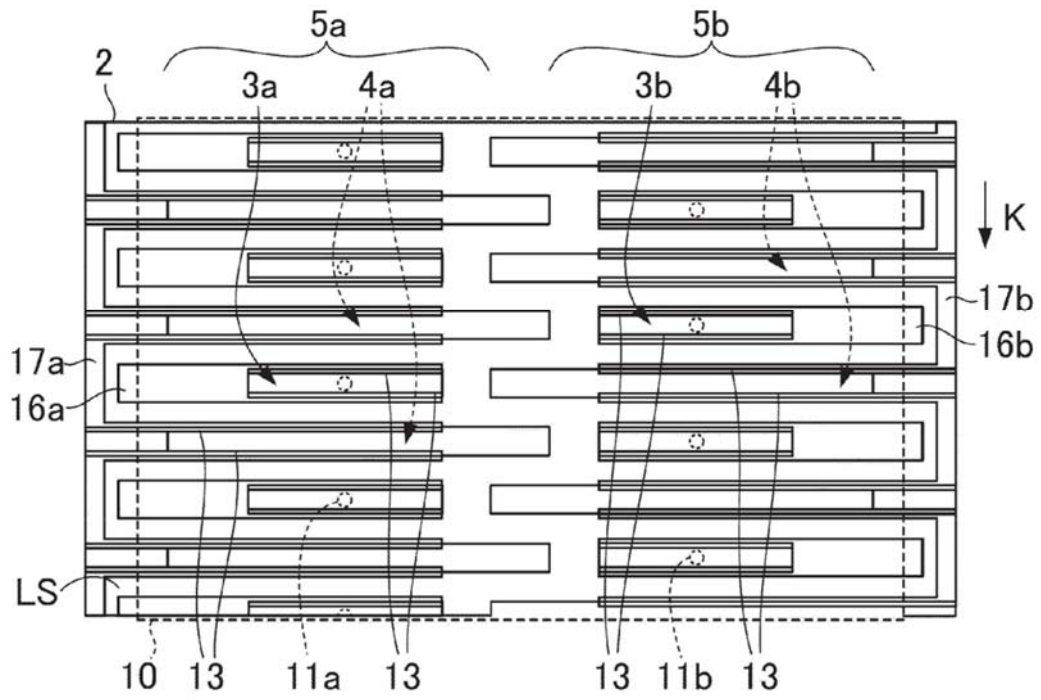


Fig.6A

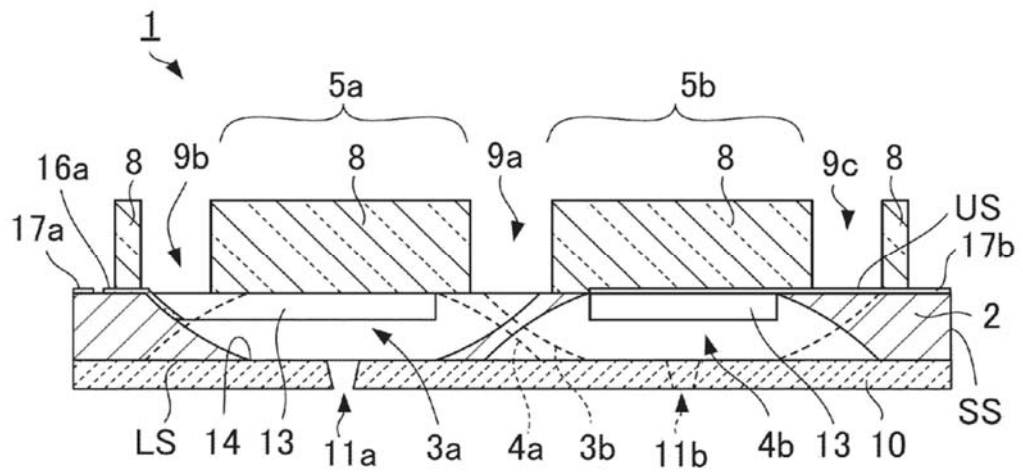


Fig.6B

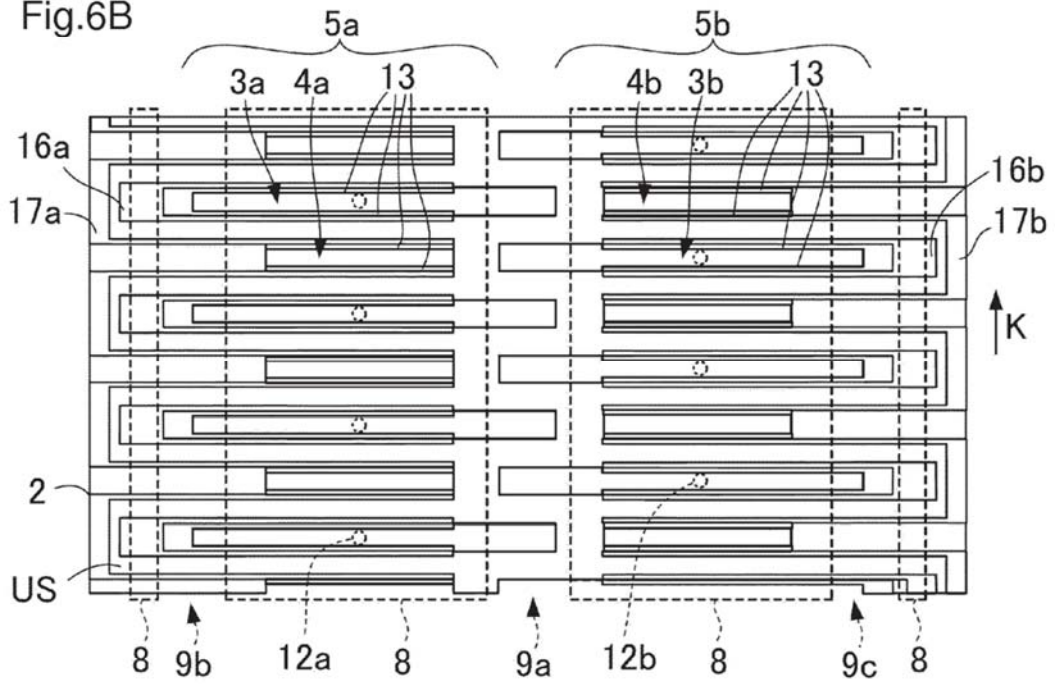


Fig.7

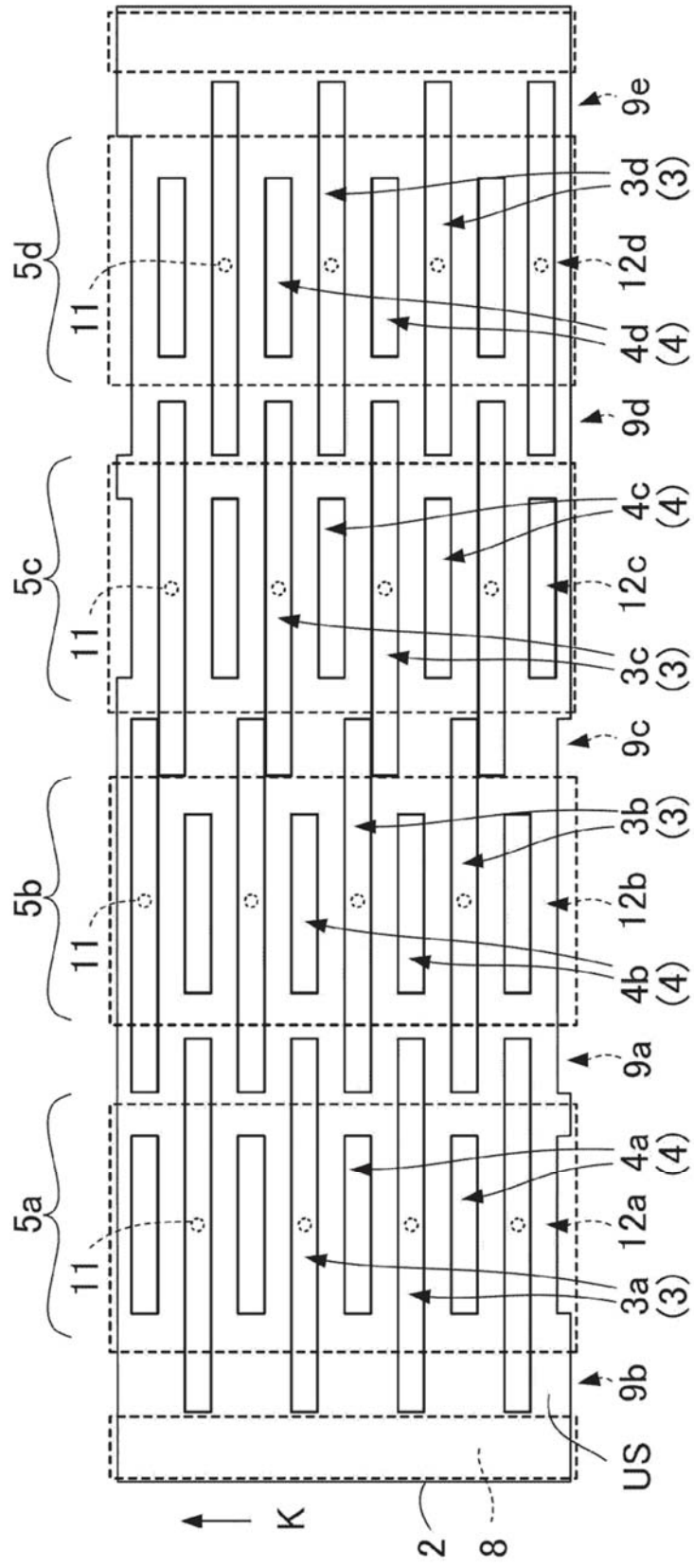


Fig.8

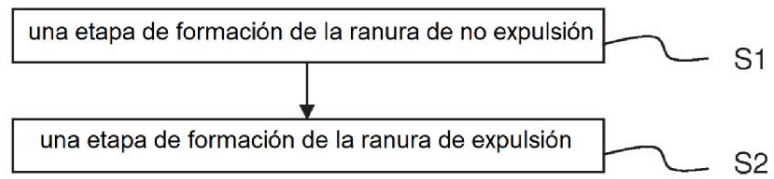


Fig.9

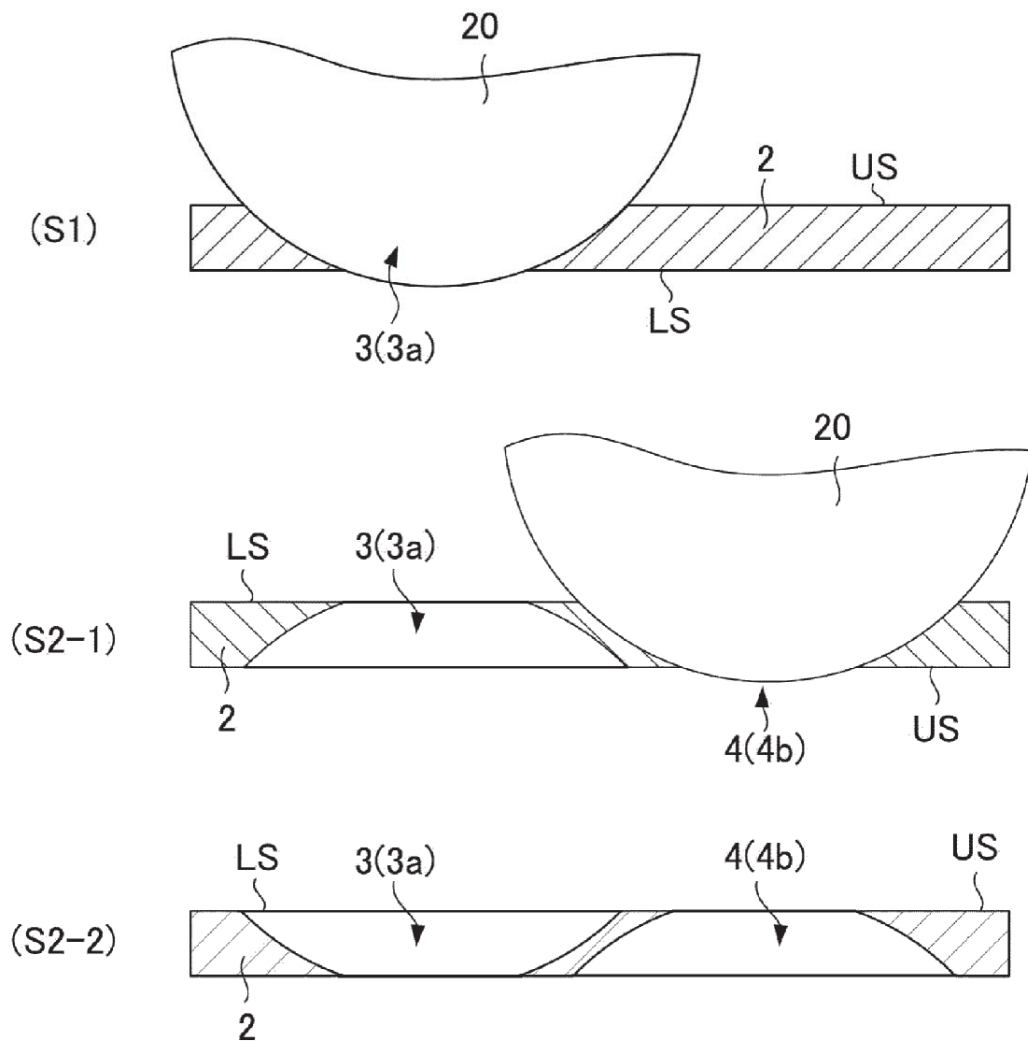


Fig.10

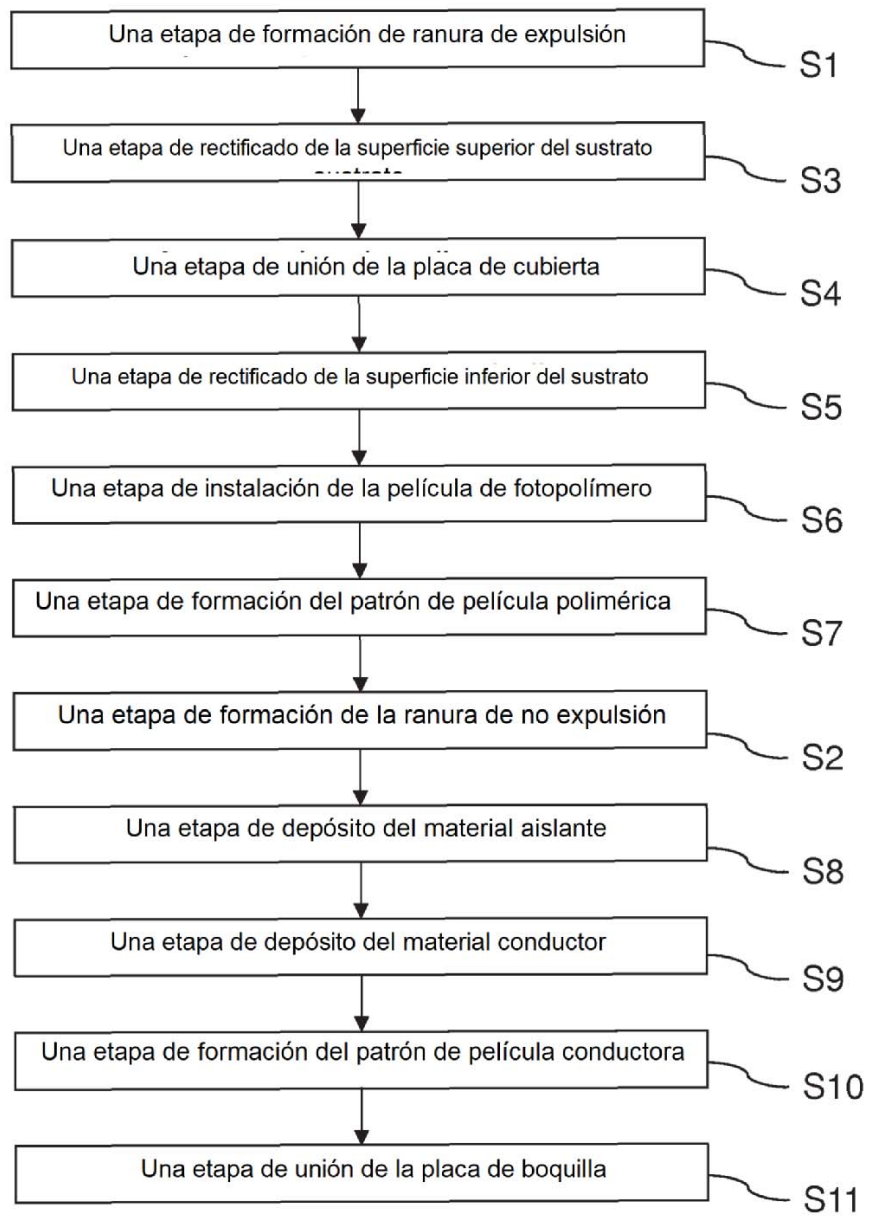


Fig.11

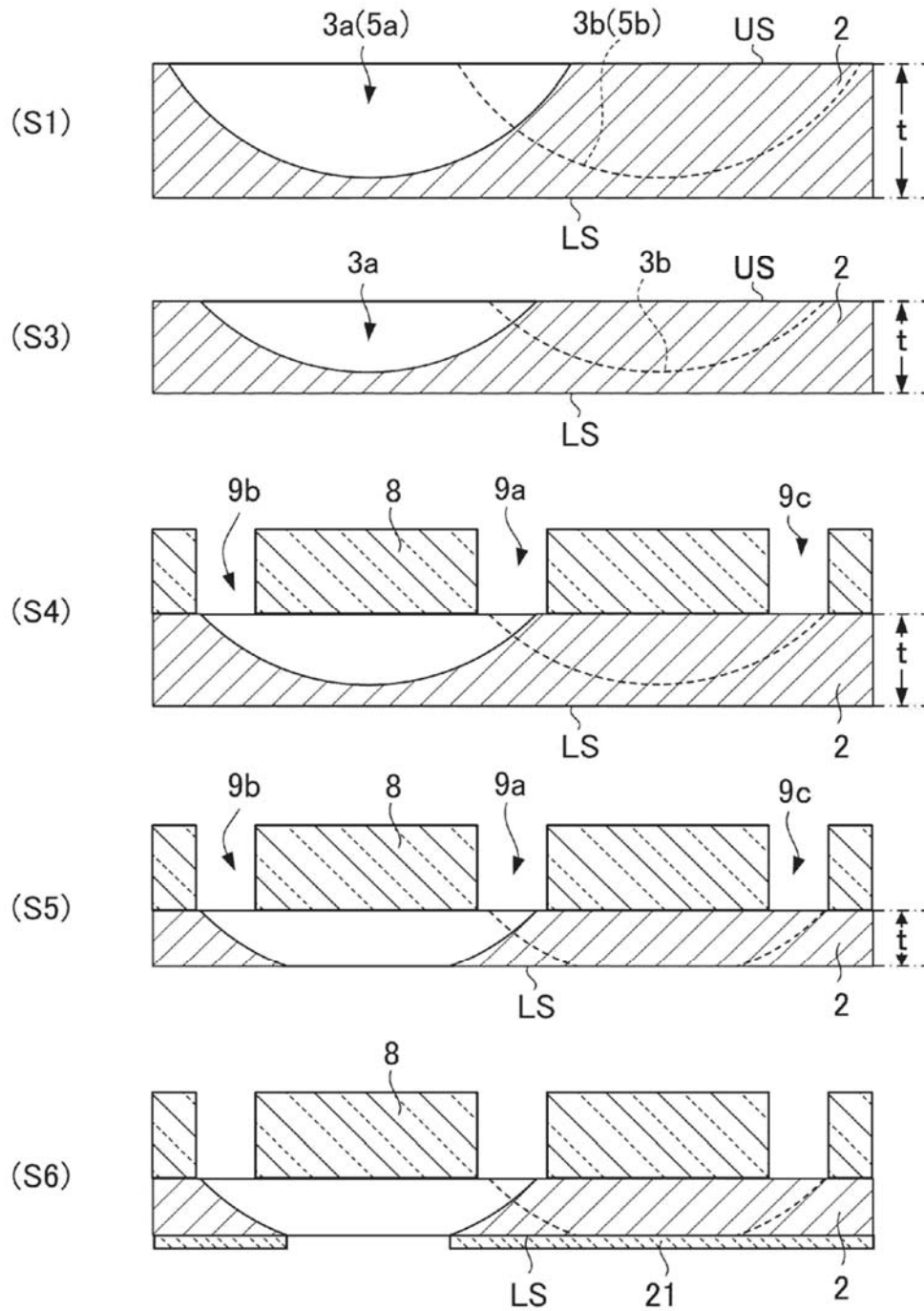


Fig.12

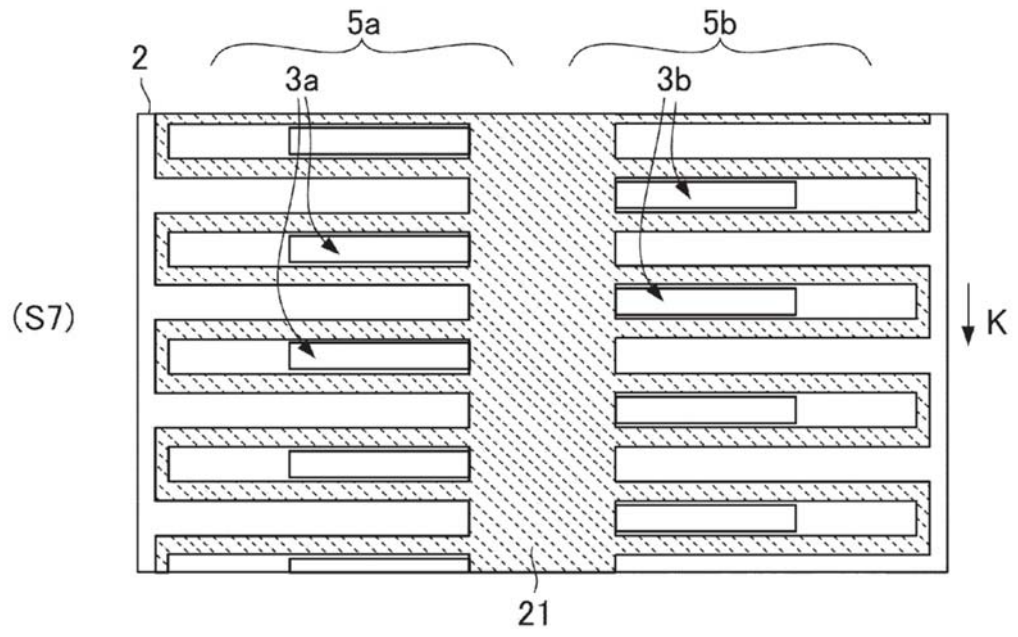


Fig.13

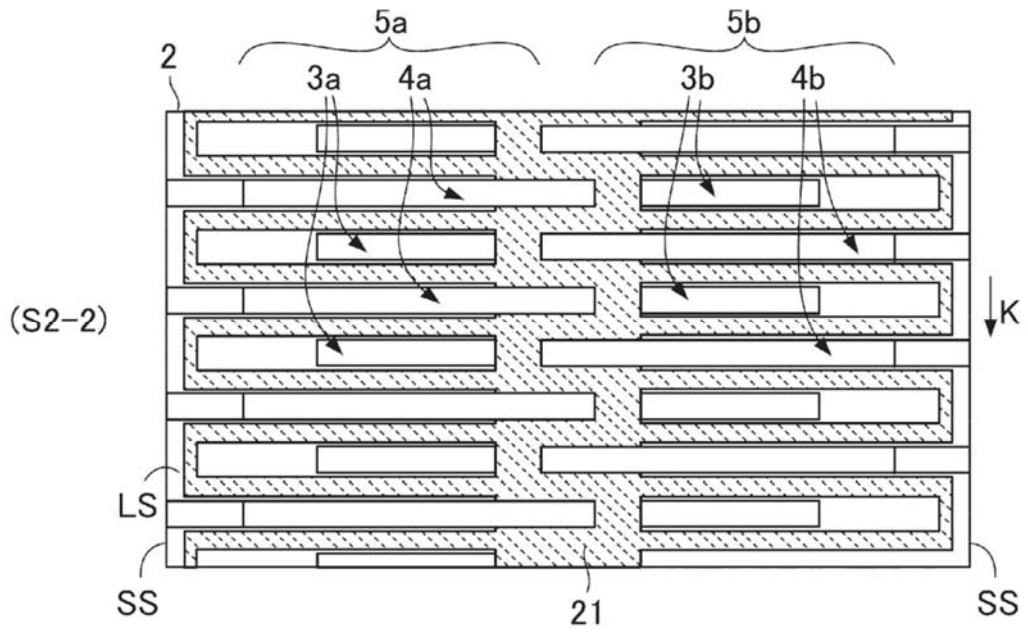
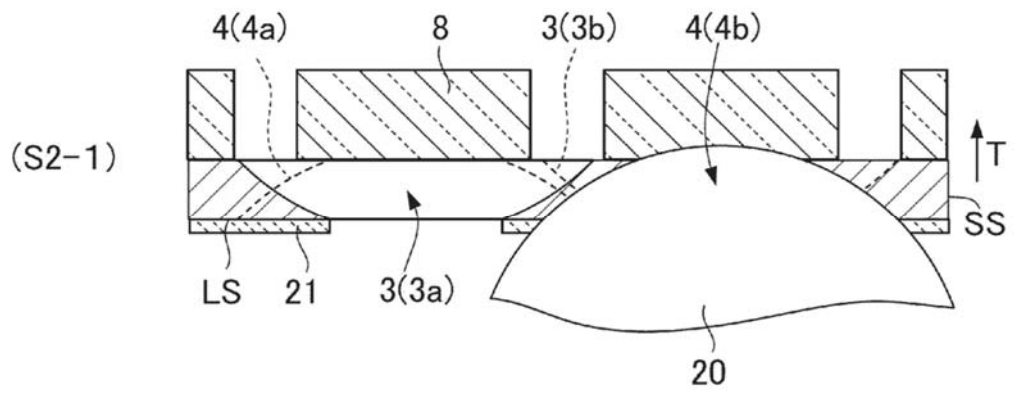


Fig.14

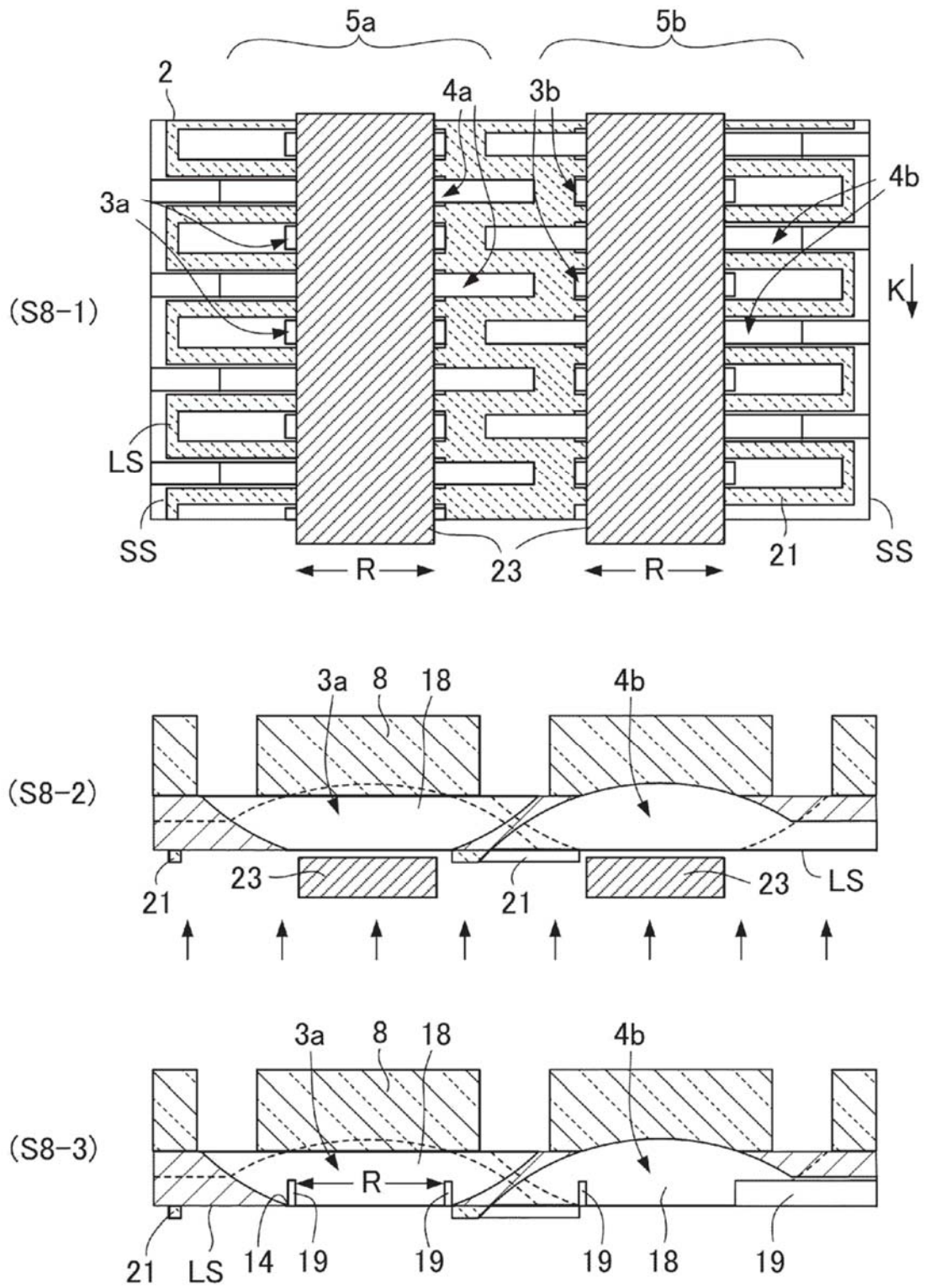


Fig.15

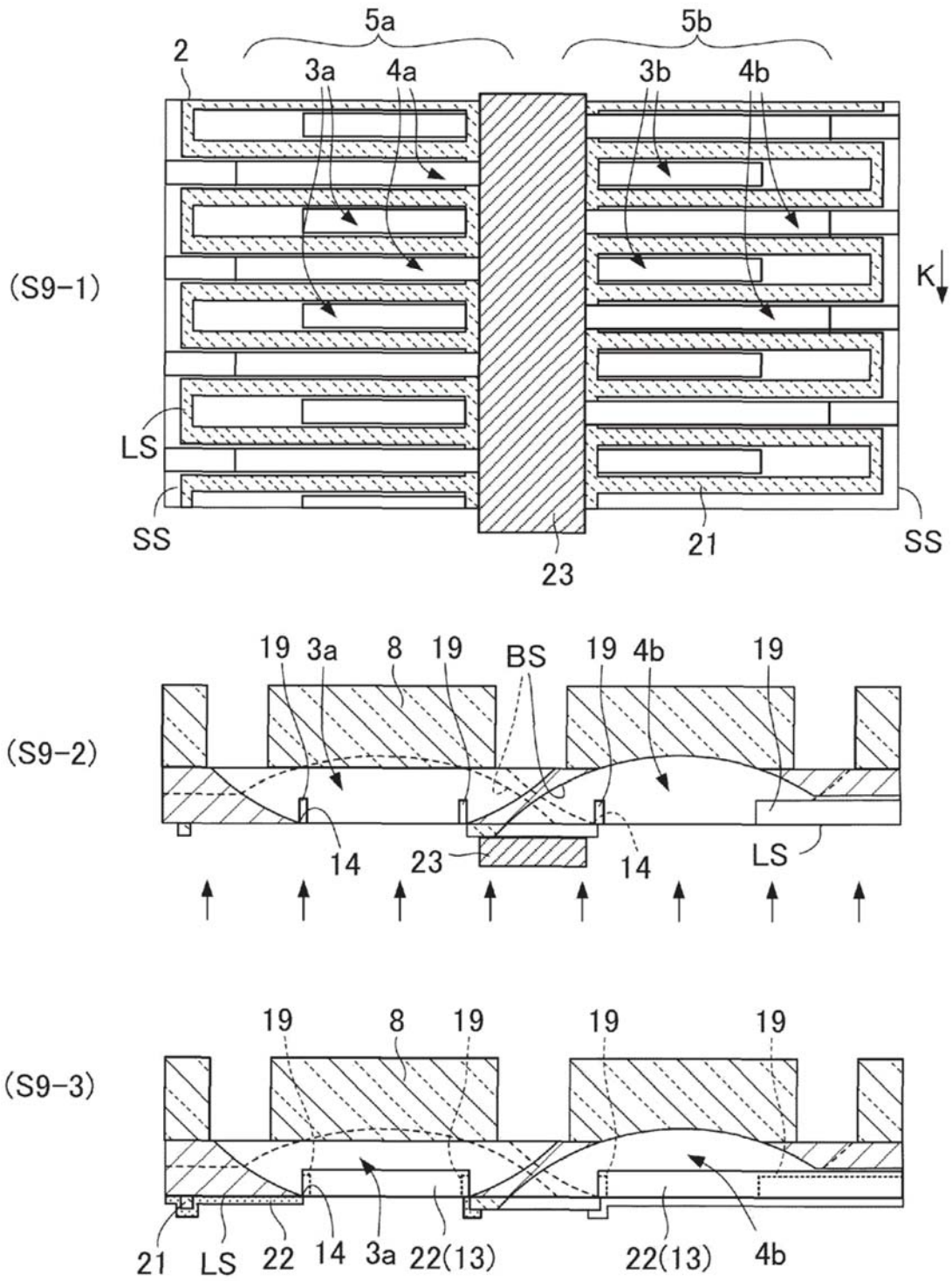


Fig.16

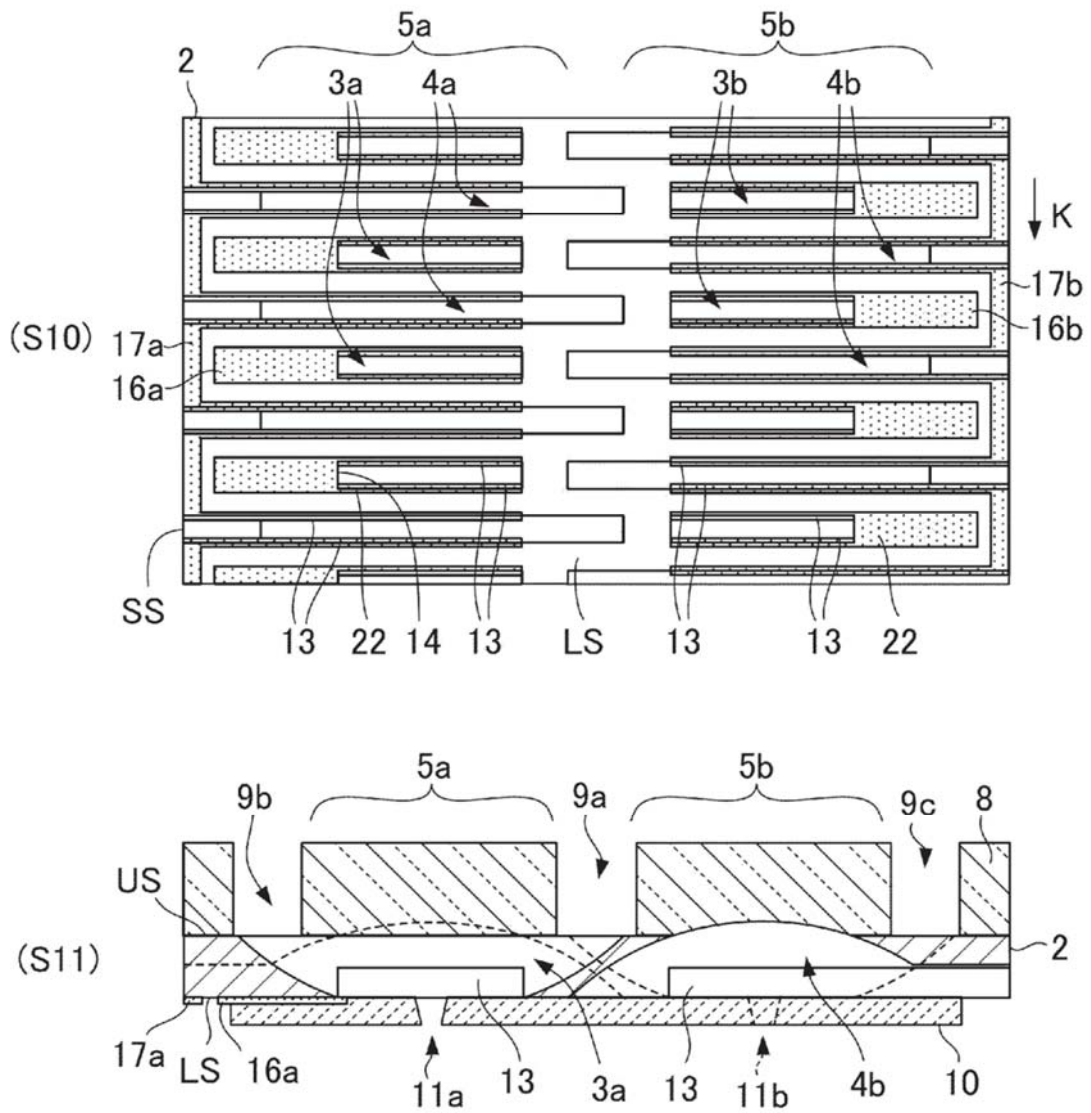


Fig.17

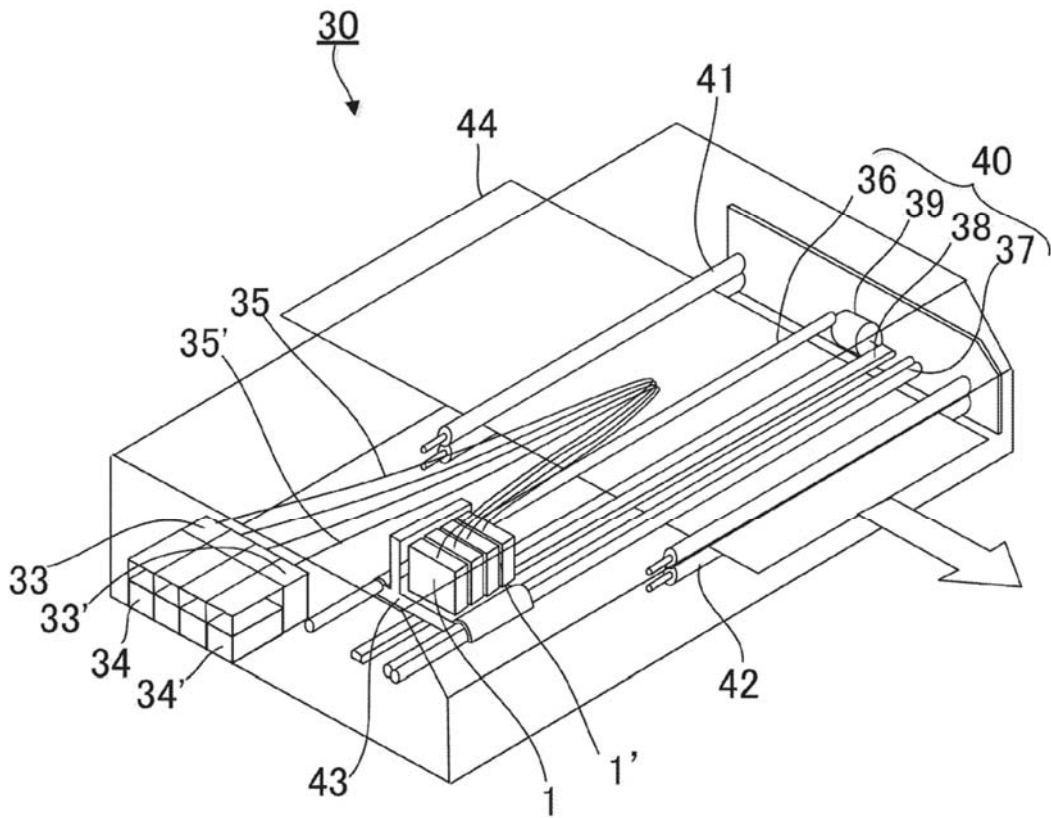


Fig.18A

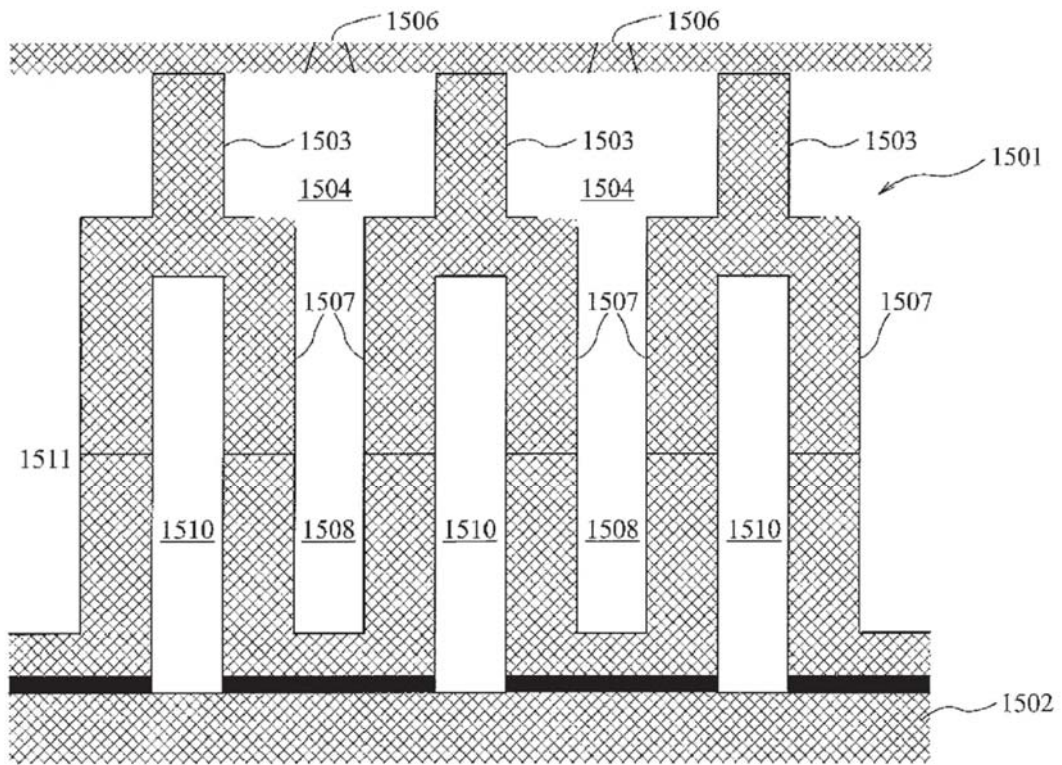


Fig.18B

