

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 504**

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: **05.11.2010** **E 10190284 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012** **EP 2322347**

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

30 Prioridad:

**12.11.2009 JP 2009259262**

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

**07.03.2013**

73 Titular/es:

**SII PRINTEK INC (100.0%)  
8 Nakase 1-chome Mihama-ku  
Chiba-shiChiba 261-8507, JP**

72 Inventor/es:

**KOSEKI, OSAMU**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 397 504 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 procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido.

5 La presente invención se refiere a un cabezal de chorro de líquido para expulsar un líquido desde una boquilla para formar imágenes, caracteres o un material de película delgada sobre un medio de grabación. La presente invención se refiere además a un aparato de chorro de líquido que utiliza el cabezal de chorro de líquido y a un procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido.

10 En los últimos años se ha utilizado un cabezal de chorro de líquido de tipo chorro de tinta para expulsar gotas de tinta sobre papel de grabación o similar para dibujar y grabar caracteres o figuras sobre el mismo, o para expulsar un material líquido sobre la superficie del sustrato de un elemento para formar una delgada película funcional sobre el mismo. Además, se ha utilizado un aparato de chorro de líquido que utiliza el cabezal del chorro de líquido de tipo chorro de tinta mencionado anteriormente. En el cabezal de chorro de líquido de tipo chorro de tinta, la tinta o el material líquido se suministra desde un tanque de líquido a través de un conducto de suministro hacia el cabezal de chorro de líquido y posteriormente la tinta se expulsa desde la boquilla del cabezal de chorro de líquido para grabar los caracteres o las figuras, o el material líquido se expulsa para formar la delgada película funcional que tiene una forma predeterminada.

15 La FIG. 9 es una vista en sección esquemática de un cabezal de chorro de tinta 100 del tipo mencionado anteriormente descrito en la publicación de traducción de patente japonesa n° 2000-512233. El cabezal de chorro de tinta 100 tiene una estructura de tres capas formada por un recubrimiento 125, una lámina PZT 103 formada por un cuerpo piezoeléctrico y un recubrimiento inferior 137. El recubrimiento 125 incluye boquillas 127 para descargar pequeñas gotas de tinta. En una superficie superior de la lámina PZT 103 hay canales de tinta 107 formados por una muesca alargada que tiene una sección transversal que presenta una forma convexa hacia la parte inferior de la misma. Los diversos canales de tinta 107 están formados de manera que son paralelos entre si en una dirección ortogonal a una dirección longitudinal. Además, los canales de tinta 107 adyacentes entre si están definidos mediante paredes laterales 113. Un electrodo 115 está formado en una superficie de pared lateral superior de la pared lateral 113 ilustrada. Un electrodo (no mostrado) también está formado en una superficie de pared lateral del canal de tinta adyacente 107. Por lo tanto, cada una de las paredes laterales 113 está intercalada entre el electrodo 115 y el electrodo (no mostrado) formados en cada una de las superficies de pared lateral de cada uno de los canales de tinta adyacentes entre

20 Los canales de tinta 107 están comunicados con las boquillas 127, respectivamente. Un conducto de suministro 132 y un conducto de descarga 133 están formados en la lámina PZT 103 desde un lado trasero. El conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 se comunican con el canal de tinta 107 cerca de ambas partes de extremo del canal de tinta 107. La tinta se suministra a través del conducto de suministro 132 y la tinta se descarga a través del conducto de descarga 133. Sobre una superficie superior de la lámina PZT 103, partes cóncavas 129 están formadas en una parte de extremo derecho y en una parte de extremo izquierdo del canal de tinta 107, respectivamente. En una superficie inferior de cada una de las partes cóncavas 129 está formado un electrodo, el cual está conectado eléctricamente al electrodo 115 formado en la superficie de pared lateral de cada uno de los canales de tinta 107. Un terminal de conexión 134 está alojado en la parte cóncava 129. El terminal de conexión 134 está conectado eléctricamente a un electrodo (no mostrado) formado en una superficie inferior de la parte cóncava 129.

25 La FIG. 10 ilustra una vista en sección esquemática de la parte AA de la FIG. 9. Las paredes laterales respectivas 113a a 113e definen los canales de tinta 107a a 107e, respectivamente. Electrodo de activación al, a2,..., el, e2 están dispuestos para intercalar ambas superficies laterales de las respectivas paredes laterales 113a a 113e, respectivamente. Los electrodos respectivos al, a2,..., el, e2 están conectados al terminal de conexión 134 ilustrado en la FIG. 9 en el lado derecho o el lado izquierdo. Los canales de tinta respectivos 107a a 107e se comunican con el conducto de descarga 133. La tinta se suministra a través del conducto de suministro 132 (no mostrado), y se descarga a través del conducto de descarga 133.

30 El cabezal de chorro de tinta 100 funciona de la siguiente manera. La tinta suministrada desde el conducto de suministro 132 llena los canales de tinta 107 y se descarga a través del conducto de descarga 133. Dicho de otro modo, la tinta fluye para circular por el conducto de suministro 132, los canales de tinta 107 y el conducto de descarga 133. Por ejemplo, para activar el canal de tinta 107a, los electrodos a2 y b1 se fijan al bajo potencial eléctrico común, aplicándose una alta tensión de activación a los electrodos al y b2. Después, las paredes laterales 113a y 113b se deforman debido a un efecto piezoeléctrico de variación de grosor y, por tanto, el volumen de los canales de tinta 107a cambia. De esta manera, la tinta se expulsa a través de las boquillas 127. En este caso, el electrodo b2 del canal de tinta 107b adyacente al canal de tinta 107a se utiliza para expulsar la tinta desde el canal de tinta 107a. Por lo tanto, el canal de tinta 107b adyacente al canal de tinta 107a no puede activarse de manera simultánea e independiente con respecto a los canales de tinta 107a. En este caso, los canales de tinta 107a, 107c, 107e se activan alternativamente

de manera independiente. Por ejemplo, con relación al canal de tinta 107c, los electrodos c2 y di se fijan al potencial eléctrico común, aplicándose la tensión de activación a los electrodos el y d2 para expulsar de ese modo la tinta.

En el procedimiento de descarga de chorro de tinta mencionado anteriormente, la tinta siempre circula a través del conducto de suministro 132 y del conducto de descarga 133. Por lo tanto, incluso si entran y se mezclan cuerpos extraños tales como burbujas y polvo en los canales de tinta 107, es posible descargar rápidamente los cuerpos extraños al exterior. Por lo tanto, es posible impedir fallos tales como que la tinta no pueda expulsarse debido a obstrucciones en las boquillas o que varíe la densidad de impresión.

Sin embargo, en el ejemplo convencional mencionado anteriormente de la FIG. 9 se necesita una tecnología de alto nivel para formar el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 cerca de ambos extremos en la dirección longitudinal de cada uno de los canales de tinta 107. Cada uno de la pluralidad de canales de tinta 107 formados de manera paralela entre sí en la superficie superior de la lámina PZT 103 tiene, por ejemplo, un ancho de muesca comprendido entre 70 y 80  $\mu\text{m}$ , una profundidad de muesca comprendida entre 300 y 400  $\mu\text{m}$  y una longitud de muesca comprendida entre algunos milímetros y 10 mm, y cada una de las paredes que definen los canales de tinta 107 adyacentes entre sí tienen un grosor comprendido entre 70 y 80  $\mu\text{m}$ . La muesca del canal de tinta 107 se forma mediante pulverización en un estado en el que una cuchilla de corte, que se obtiene incrustando granulos abrasivos, tales como diamantes, en una parte periférica externa de un disco delgado, se hace girar a alta velocidad. Por lo tanto, una sección transversal de la muesca tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. En particular, el perfil de una cuchilla de pulverización se lleva a las proximidades de ambos extremos en la dirección longitudinal de la muesca.

Como un procedimiento de formación de los canales de tinta 107 ilustrados en la FIG. 9, en primer lugar se considera un caso en el que el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 se forman después de la formación de la pluralidad de muescas. Se requiere que el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 se comuniquen entre sí en las partes inferiores de la pluralidad de muescas. Sin embargo, cerca de ambos extremos en la dirección longitudinal de cada una de las muescas, la superficie inferior de cada una de las muescas no es plana. Por lo tanto, resulta extremadamente difícil formar el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 de manera que se ajusten a la superficie inferior de cada una de las muescas. Además, cuando la lámina PZT 103 se somete al corte desde el lado trasero, la parte más profunda de la muesca se abre en primer lugar, y después la parte de abertura se extiende gradualmente. Sin embargo, cuando se abre una parte de la superficie inferior de la muesca, las paredes laterales cerca de la parte de abertura quedan suspendidas. Por lo tanto, resulta extremadamente difícil formar mediante pulverización el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 sin romper las finas paredes laterales 113 de la muesca que incluye la parte inferior abierta. Además, los electrodos se forman en las paredes laterales que definen las muescas. Cuando la lámina PZT 103 se corta en profundidad desde el lado trasero se originan problemas tales como que el electrodo formado en la pared lateral de la muesca también se corta de manera no deseada, la tensión para activar la pared lateral varía debido a que aumenta la resistencia del electrodo, y similares.

Además, cuando se intenta formar el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 en una región en la que la superficie inferior de la muesca es plana, la tinta ya no circula en las dos partes de extremo en la dirección longitudinal de la muesca. Por lo tanto, la tinta queda estancada, acumulándose burbujas y polvo en la tinta estancada. Como resultado, la ventaja en el proceso mencionado anteriormente de impedir que se obstruyan las boquillas 127, y similares, eliminando los cuerpos extraños de los canales de tinta 107 cuando circula la tinta es menos eficaz.

Por otro lado, puede concebirse el siguiente procedimiento. Específicamente, en el procedimiento, el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 se forman en primer lugar desde un lado trasero de la lámina PZT 103 y después se forman las muescas desde un lado delantero de la lámina PZT 103. En este caso, el conducto de suministro 132 y el conducto de descarga 133 son fáciles de cortar, pero se necesita una gran precisión de control para formar las muescas. La cuchilla de corte tiene un diámetro comprendido generalmente entre 5 cm y 10 cm (entre 2 pulgadas y 4 pulgadas). Por ejemplo, en caso de formar una muesca que tiene, por ejemplo, una profundidad de 350  $\mu\text{m}$  en la lámina PZT 103 desde el lado delantero de la misma utilizando una cuchilla de corte que tiene un diámetro de 2 pulgadas, si se supone que una tolerancia para la profundidad de la muesca es de 10  $\mu\text{m}$ , la tolerancia para la longitud de la muesca es de 120  $\mu\text{m}$  aproximadamente, la cual es 12 veces más grande que la profundidad de la muesca. En caso de utilizar una cuchilla de corte con un diámetro de 10 cm (4 pulgadas), la tolerancia en la dirección longitudinal es casi 16 veces más grande que la tolerancia en la dirección de profundidad. Por lo tanto, resulta extremadamente difícil hacer que las partes de extremo de abertura del conducto de suministro 132 y del conducto de descarga 133 se correspondan con las partes de extremo en la dirección longitudinal de la muesca, respectivamente. Si se producen cambios de posición entre la parte de extremo en la dirección longitudinal de la muesca y una parte de extremo periférica externa del conducto de suministro 132, o entre la parte de extremo en la dirección longitudinal de la muesca y una parte de extremo periférica externa del conducto de descarga 133, sigue produciéndose el estancamiento o la resistencia de un flujo de tinta en las partes de extremo del canal de tinta 107. Como resultado, en el proceso mencionado anteriormente, la ventaja de impedir obstrucciones en las boquillas 127 haciendo que la tinta circule es menos eficaz.

Además, en el cabezal de chorro de tinta 100 descrito en la publicación de traducción de patente japonesa n° 2000-512233, el terminal de conexión 134 está alojado en la parte cóncava 129 formada en la superficie superior de la lámina PZT 103, y una superficie externa del recubrimiento 125 está formada como una superficie plana. El electrodo formado en una superficie inferior del terminal de conexión 134 y el electrodo formado en la superficie de pared lateral de la pared lateral que define los canales de tinta 107 están conectados eléctricamente entre sí por medio de la superficie de pared lateral, la superficie superior de la lámina PZT 103 y la superficie inferior de la parte cóncava 129. Un gran número de canales de tinta 107 están formados de manera colectiva en la dirección ortogonal a la dirección longitudinal y, por lo tanto, es necesario que los electrodos de las paredes laterales respectivas estén separados eléctricamente entre sí. Por lo tanto, en la superficie superior de la lámina PZT 103 y en la superficie inferior de la parte cóncava 129 también es necesario que el gran número de electrodos estén formados de manera similar para que estén separados eléctricamente entre sí en una alta densidad. Sin embargo, en particular, la superficie inferior de la parte cóncava 129 está curvada, por lo que se necesita una tecnología de formación de patrones de alta definición para formar de manera muy precisa un patrón de electrodo en la superficie curva.

Además, aunque se ha descrito que los canales de tinta 107a, 107c, 107e se activan simultáneamente de manera independiente, y por tanto de manera alterna, es imposible que los canales de tinta 107a, 107c, 107e se activen de manera secuencial y simultánea en caso de que la tinta pueda conducir la electricidad. Es decir, cuando se utiliza tinta conductora de electricidad en las estructuras de la FIG. 9 y la FIG. 10, el electrodo en un lado de alta tensión y el electrodo en un lado de baja tensión pasan a un estado de cortocircuito eléctrico. Por lo tanto, es imposible conseguir el gradiente de potencial eléctrico requerido para la pared lateral que incluye el cuerpo piezoeléctrico y, por tanto, es ante todo imposible activar el cuerpo piezoeléctrico. Además, existe la posibilidad de que los electrodos se electrolicen y de que se rompa el sistema eléctrico de activación.

La presente invención se ha desarrollado en vista de las circunstancias mencionadas anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un cabezal de chorro de líquido que tenga una estructura que pueda reducir el estancamiento y la resistencia de un líquido sin necesitar una tecnología de maquinado de alto nivel, y proporcionar un aparato de chorro de líquido que utilice el cabezal de chorro de líquido y un procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido.

Un cabezal de chorro de líquido según la presente invención, incluye: una placa de boquillas que incluye una pluralidad de boquillas para expulsar un líquido sobre un medio de grabación, que están dispuestas en una dirección de referencia; una placa piezoeléctrica que incluye: una superficie en la que está formada una pluralidad de muescas alargadas, que están dispuestas en la dirección de referencia ortogonal a una dirección longitudinal de la placa piezoeléctrica; y otra superficie a la que está acoplada la placa de boquillas; y una placa de recubrimiento que incluye: un orificio de suministro de líquido para suministrar el líquido en la pluralidad de muescas alargadas; y un orificio de descarga de líquido para descargar el líquido a través de la pluralidad de muescas alargadas, estando dispuesta la placa de recubrimiento en la placa piezoeléctrica para cubrir la pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica, donde: la pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica incluye muescas profundas que tienen cada una una mayor profundidad y muescas poco profundas que tienen cada una una menor profundidad, las cuales están dispuestas de manera alterna y adyacente en la dirección de referencia; cada una de las muescas profundas tiene una sección transversal que se extiende en una dirección longitudinal y una dirección de profundidad de las mismas, la cual tiene una forma convexa en la dirección de profundidad; cada una de las muescas profundas y cada una de la pluralidad de boquillas se comunican entre sí en una punta de la forma convexa; y la placa de recubrimiento cubre la placa piezoeléctrica de manera que las partes de abertura de las muescas poco profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se cierran, y de manera que las muescas profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se comunican con el orificio de suministro de líquido y con el orificio de descarga de líquido.

Además, en el cabezal de chorro de líquido, la sección transversal de cada una de la pluralidad de muescas profundas alargadas tiene una forma de arco circular que tiene una forma convexa en la dirección de profundidad.

Además, en el cabezal de chorro de líquido, la placa de recubrimiento incluye una pluralidad de orificios de descarga de líquido para descargar el líquido a través de una de la pluralidad de muescas profundas alargadas y una pluralidad de orificios de suministro de líquido para suministrar el líquido a la pluralidad de muescas profundas alargadas.

Además, en el cabezal de chorro de líquido, la placa de boquilla incluye una pluralidad de boquillas comunicadas con las muescas profundas.

Además, el cabezal de chorro de líquido incluye adicionalmente un elemento de canal dispuesto en una superficie opuesta a la placa piezoeléctrica de la placa de recubrimiento, incluyendo el elemento de canal: una cámara de suministro de líquido para almacenar el líquido que va a suministrarse al orificio de suministro de líquido; y una cámara de descarga de líquido para almacenar el líquido descargado desde el orificio de descarga de líquido.

Además, el cabezal de chorro de líquido incluye adicionalmente: un circuito de activación para suministrar una potencia eléctrica de activación a un electrodo formado en una pared lateral de cada una de la pluralidad de muescas alargadas; un circuito impreso flexible que incluye el circuito de activación montado en el circuito impreso

flexible y que está conectado eléctricamente a la placa piezoeléctrica; y un cuerpo de base para alojar la placa piezoeléctrica en un estado en el que la placa de boquillas está expuesta al exterior del cabezal de chorro de líquido y para fijar el circuito impreso flexible a una superficie externa del cuerpo de base.

5 Un aparato de chorro de líquido según la presente invención incluye: el cabezal de chorro de líquido según uno cualquiera de los cabezales de chorro de líquido mencionados anteriormente; un tanque de líquido para suministrar un líquido a un orificio de suministro de líquido de una placa de recubrimiento y para almacenar el líquido descargado desde un orificio de descarga de líquido de la placa de recubrimiento; una bomba de presión para empujar y suministrar el líquido desde el tanque de líquido al orificio de suministro de líquido; y una bomba de aspiración para aspirar y descargar el líquido desde el orificio de descarga de líquido al interior del tanque de líquido.

10 Además, el aparato de chorro de líquido incluye adicionalmente, en una trayectoria entre el orificio de descarga de líquido y el tanque de líquido, una unidad de desaireación que tiene una función de desaireación.

15 Un procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según la presente invención incluye: una etapa de procesamiento de muescas que forma, en una superficie de una placa piezoeléctrica, una muesca profunda alargada que tiene una mayor profundidad y una muesca poco profunda que tiene una menor profundidad, cada una de las cuales tiene una forma convexa en una dirección de profundidad; una etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento que acopla una placa de recubrimiento que comprende un orificio de suministro de líquido y un orificio de descarga de líquido a una superficie de la placa piezoeléctrica; una etapa de procesamiento de corte que somete otra superficie de la placa piezoeléctrica a un procesamiento de corte para abrir de ese modo una punta de la forma convexa de las muescas profundas; y una etapa de acoplamiento de placa de boquillas que acopla una placa de boquillas, en la que está formada una boquilla para expulsar el líquido, a la otra superficie de la placa piezoeléctrica sometida al corte de manera que la boquilla y la muesca profunda se comunican entre sí.

20 Además, el procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según la presente invención incluye además una etapa de acoplamiento de elemento de canal que acopla un elemento de canal, que comprende una cámara de suministro de líquido para almacenar el líquido que va a suministrarse al orificio de suministro de líquido y una cámara de descarga de líquido para almacenar el líquido descargado desde el orificio de descarga de líquido, a una superficie opuesta a la placa piezoeléctrica de la placa de recubrimiento.

30 Según la presente invención, el cabezal de chorro de líquido incluye: la placa de boquillas que incluye la pluralidad de boquillas para expulsar el líquido sobre el medio de grabación, que están dispuestas en la dirección de referencia; la placa piezoeléctrica que incluye: una superficie en la que la pluralidad de las muescas alargadas están formadas y dispuestas en la dirección de referencia ortogonal a la dirección longitudinal de la placa piezoeléctrica; y otra superficie a la que está acoplada la placa de boquillas; y la placa de recubrimiento que incluye: el orificio de suministro de líquido para suministrar el líquido a la pluralidad de muescas alargadas; y el orificio de descarga de líquido para descargar el líquido a través de la pluralidad de muescas alargadas, estando dispuesta la placa de recubrimiento sobre la placa piezoeléctrica para cubrir la pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica.

35 La pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica incluye muescas profundas que tienen cada una una mayor profundidad y muescas poco profundas que tienen cada una una menor profundidad, las cuales están dispuestas de manera alterna y adyacente en la dirección de referencia, donde cada una de las muescas profundas incluye la sección transversal que se extiende en la dirección longitudinal y la dirección de profundidad de las mismas, la cual tiene la forma convexa en la dirección de profundidad; cada una de las muescas profundas y cada una de la pluralidad de boquillas se comunican entre sí en la punta de la forma convexa; y la placa de recubrimiento cubre la placa piezoeléctrica de manera que partes de la abertura de las muescas poco profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se cierran, y de manera que las muescas profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se comunican con el orificio de suministro de líquido y con el orificio de descarga de líquido. Con esta estructura, el líquido fluye hacia el interior de las muescas profundas desde el lado de una superficie y sale por la misma superficie. Sin embargo, el líquido no se suministra al interior de las muescas poco profundas adyacentes a las muescas profundas. Por lo tanto, es difícil que el líquido quede retenido en una región interna de las muescas profundas y, por lo tanto, es posible eliminar rápidamente cuerpos extraños, incluyendo burbujas y polvo, en el líquido de la región interna de las muescas. Además, el líquido no se suministra a una región interna de las muescas poco profundas y, por lo tanto, es posible formar el electrodo en el lado de alta tensión y el electrodo en el lado de baja tensión de manera que estén separados eléctricamente entre sí. Por consiguiente, puede utilizarse un líquido conductor de electricidad y puede reducirse la probabilidad de que se generen inconvenientes tales como obstrucciones en las boquillas, pudiendo proporcionarse de este modo un cabezal de chorro de líquido altamente fiable.

55 A continuación se describirán realizaciones de la presente invención solamente a modo de ejemplo adicional y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la FIG. 1 es una vista esquemática en perspectiva y en despiece ordenado de un cabezal de chorro de líquido según una primera realización de la presente invención;

las FIG.2A a 2C son vistas esquemáticas en sección vertical del cabezal de chorro de líquido según la primera realización de la presente invención;

la FIG. 3 es una vista esquemática en sección vertical de un cabezal de chorro de líquido según una segunda realización de la presente invención.

la FIG. 4 es una vista esquemática en sección vertical de un cabezal de chorro de líquido según una tercera realización de la presente invención

5 la FIG. 5A y la FIG. 5B son vistas esquemáticas en perspectiva de un cabezal de chorro de líquido según una cuarta realización de la presente invención;

la FIG. 6A y la FIG. 6B son vistas esquemáticas en sección vertical del cabezal de chorro de líquido según la cuarta realización de la presente invención;

10 la FIG. 7 es una vista explicativa de un aparato de chorro de líquido según una quinta realización de la presente invención;

las FIG. 8A a 8E son diagramas de flujo que ilustran un procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según una sexta realización de la presente invención;

la FIG. 9 es una vista en sección esquemática de un cabezal de chorro de tinta convencional ampliamente conocido; y

15 la FIG. 10 es una vista en sección esquemática del cabezal de chorro de tinta convencional ampliamente conocido.

Un cabezal de chorro de líquido según la presente invención incluye una placa de boquillas, una placa piezoeléctrica y una placa de recubrimiento. La placa de boquillas incluye una pluralidad de boquillas para expulsar un líquido sobre un medio de grabación. La placa piezoeléctrica incluye: una superficie en la que una pluralidad de muescas alargadas están dispuestas en una dirección de referencia ortogonal a una dirección longitudinal de la placa piezoeléctrica; y otra superficie a la que está acoplada la placa de boquillas. La placa de recubrimiento incluye: un orificio de suministro de líquido para suministrar el líquido que va a expulsarse a la pluralidad de muescas; y un orificio de descarga de líquido para descargar el líquido suministrado a través de la pluralidad de muescas. La placa de recubrimiento está dispuesta en una superficie de la placa piezoeléctrica para cubrir las muescas. Además, la pluralidad de muescas alargadas formadas en una superficie de la placa piezoeléctrica incluye muescas profundas que tienen cada una una mayor profundidad y muescas poco profundas que tienen cada una una menor profundidad, las cuales están dispuestas de manera alterna y adyacente. Además, una sección transversal en la dirección longitudinal de cada una de las muescas profundas tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. Cada una de las muescas de profundidad se comunica con cada una de las boquillas de la placa de boquillas en una punta de la forma convexa, es decir, en una superficie inferior de cada una de las muescas profundas. Además, la placa de recubrimiento cierra partes de abertura de las muescas poco profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica, y cubre las partes de abertura de las muescas poco profundas de manera que las muescas profundas abiertas hacia la misma superficie se comunican con el orificio de suministro de líquido o con el orificio de descarga de líquido. Debe observarse que es suficiente que cada una de las muescas poco profundas esté formada para tener una punta en la dirección de profundidad de la sección transversal de las mismas situada en una posición más alta que las puntas de las muescas profundas. Por lo tanto, las muescas poco profundas no son muescas poco profundas que tienen cada una una menor profundidad en la dirección longitudinal de las muescas y en la dirección de referencia ortogonal a la dirección longitudinal.

El líquido suministrado a través del orificio de suministro de líquido fluye desde un lado de una superficie que tiene una gran área de abertura de cada una de las muescas profundas que tienen una forma convexa en la dirección de profundidad. Después, el líquido sale dirigiéndose al orificio de descarga de líquido desde el lado de la misma superficie. Por lo tanto, en cada una de las regiones internas de las muescas profundas, se reduce una región de retención de líquido. De este modo es posible eliminar rápidamente cuerpos extraños tales como burbujas y polvo de las regiones internas de las muescas profundas. Como resultado, es posible reducir fallos de grabación debidos a obstrucciones en las boquillas y a variaciones en la cantidad de líquido expulsado a través de las boquillas. Además, incluso si entran y se mezclan burbujas y similares en las muescas, es posible eliminar rápidamente las burbujas y similares. Por lo tanto, incluso en caso de que la presente invención se utilice de manera industrial para una grabación en masa, es posible reducir las pérdidas ocasionadas por continuos fallos de grabación.

Además, a ambos lados de la muesca profunda están previstas las muescas poco profundas de manera que son adyacentes a la muesca profunda, y la placa de recubrimiento cierra las partes de abertura de las muescas poco profundas. Dicho de otro modo, ningún líquido penetra en las muescas poco profundas y, por tanto, incluso en caso de que una pluralidad de electrodos estén formados en las muescas poco profundas, no se produce ninguna fuga de corriente entre los electrodos. Además, es posible separar completamente de manera eléctrica los electrodos formados en las muescas profundas y los electrodos formados en las muescas poco profundas. Por lo tanto, incluso si se utiliza un líquido conductor de electricidad, la activación puede ser posible.

Debe observarse que siempre que la placa piezoeléctrica y la placa de recubrimiento estén acopladas y unidas entre sí de manera que las partes de extremo de abertura de las muescas profundas, que están abiertas en una superficie

de la placa piezoeléctrica, se correspondan o se correspondan sustancialmente con una parte de extremo de abertura del orificio de suministro de líquido o del orificio de descarga de líquido, es posible reducir adicionalmente la región de estancamiento y de resistencia del líquido.

5 Además, una forma de una sección transversal de la muesca puede ser una forma de arco circular que tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. Se establece que la sección transversal de la muesca tenga la forma de arco circular para llevar de este modo un flujo desde el orificio de suministro de líquido al orificio de descarga de líquido más cercano a un flujo laminar. Por lo tanto, es posible descargar más rápidamente los cuerpos extraños introducidos y mezclados en el líquido. Además, se utiliza una cuchilla de corte en forma de disco para formar de ese modo fácilmente las muescas mediante corte.

10 Además, una pluralidad de boquillas, no solamente una boquilla, pueden comunicarse con una muesca. Además, un orificio de suministro de líquido o un orificio de descarga de líquido puede comunicarse con una muesca, o una pluralidad de orificios de suministro de líquido o una pluralidad de orificios de descarga de líquido pueden comunicarse con una muesca. Cuando se proporciona una pluralidad de boquillas, es posible aumentar la densidad de grabación o la velocidad de grabación. Además, cuando la pluralidad de orificios de suministro de líquido o la pluralidad de orificios de descarga de líquido se comunican con una muesca, es posible aumentar la velocidad del líquido y aumentar la velocidad de descarga de los cuerpos extraños mezclados. Por lo tanto, es posible proporcionar un cabezal de chorro de líquido altamente fiable que pueda impedir que se produzcan obstrucciones en las boquillas.

20 Además, la superficie de la placa piezoeléctrica que incluye las muescas formadas en la misma es plana. Por lo tanto, es posible formar fácilmente un terminal de electrodo para la conexión con un circuito de activación en una superficie de la placa piezoeléctrica.

25 Un procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido según la presente invención incluye una etapa de procesamiento de muescas, una etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento, una etapa de proceso de corte y una etapa de acoplamiento de placa de boquillas. En la etapa de procesamiento de muescas, en una superficie de la placa piezoeléctrica que está formada por un cuerpo piezoeléctrico o en la que está incrustado el cuerpo piezoeléctrico, hay formadas muescas profundas y muescas poco profundas que tienen cada una una menor profundidad que las muescas profundas. En este caso, las muescas profundas y las muescas poco profundas son alargadas y tienen cada una una forma que sobresale en una dirección de profundidad. En la etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento se prepara una placa de recubrimiento que incluye un orificio de suministro de líquido y un orificio de descarga de líquido formado en otra superficie de la placa de recubrimiento, y después la otra superficie de la placa de recubrimiento se acopla a una superficie de la placa piezoeléctrica. En la etapa de proceso de corte, otra superficie de la placa piezoeléctrica se somete al corte. En la etapa de acoplamiento de placa de boquillas se prepara una placa de boquillas dotada de una boquilla para expulsar el líquido, y después la placa de boquillas se acopla a una superficie de corte de la placa piezoeléctrica sometida al corte de tal manera que la boquilla y la muesca profunda de la placa piezoeléctrica se comunican entre sí.

35 El cabezal de chorro de líquido se fabrica de la manera mencionada anteriormente y, por tanto, es posible hacer que el orificio de suministro de líquido y el orificio de descarga de líquido se correspondan o se correspondan sustancialmente con ambas partes de abertura de extremo de las muescas profundas, sin necesitar de tecnología de corte de alto nivel. Como resultado, el orificio de suministro de líquido y el orificio de descarga de líquido pueden comunicarse con ambas partes de abertura de extremo de las muescas profundas. Además, si la otra superficie de la placa piezoeléctrica *m* se somete al corte después de la etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento, es sencillo llevar a cabo el corte con respecto a la placa piezoeléctrica ya que la placa de recubrimiento sirve como un elemento de refuerzo para la placa piezoeléctrica. A continuación se describirá en detalle la presente invención con referencia a realizaciones de la misma.

45 (Primera realización)

La FIG. 1 es una vista esquemática en perspectiva y en despiece ordenado de un cabezal de chorro de líquido 1 según una primera realización de la presente invención. La FIG. 2A es una vista esquemática en sección vertical de la parte AA de la FIG. 1, la FIG. 2B es una vista esquemática en sección vertical de la parte BB de la FIG. 1, y la FIG. 2C es una vista esquemática en sección vertical de la parte CC de la FIG. 1.

50 El cabezal de chorro de líquido 1 tiene una estructura en la que una placa de boquillas 2, una placa piezoeléctrica 4, una placa de recubrimiento 8 y un elemento de canal 11 están estratificados unos sobre otros. Una cerámica piezoeléctrica que incluye titanato zirconato de plomo (PZT) puede usarse como la placa piezoeléctrica 4, por ejemplo. La placa piezoeléctrica 4 incluye, en una superficie 7 de la misma, una pluralidad de muescas alargadas 5 (5a, ..., 5d). Las muescas alargadas respectivas 5a, ..., 5d tienen una dirección longitudinal correspondiente a una dirección X, y están dispuestas en una dirección Y ortogonal a la dirección X, siendo la dirección Y una dirección de referencia de las muescas. Las respectivas muescas alargadas 5a, ..., 5d están definidas por paredes laterales 6a, 6b, 6c, 6d. Cada una de

las muescas alargadas puede tener, por ejemplo, un ancho comprendido entre 50  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$ , y cada una de las paredes laterales 6a, 6b, 6c, 6d que definen las respectivas muescas alargadas 5a,..., 5d pueden tener un ancho comprendido entre 50  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$  de manera similar a las muescas alargadas. Una superficie lateral en un lado delantero de la placa piezoeléctrica 4 ilustrada en la FIG. 1 se extiende en la dirección longitudinal de la muesca 5a. Aquí puede verse una sección transversal en una dirección de profundidad de la muesca 5a. Una sección transversal que se extiende en la dirección longitudinal (dirección X) y la dirección de profundidad (dirección Z) de cada una de las muescas alargadas 5a,..., 5d tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. Más específicamente, la sección transversal mencionada anteriormente tiene una forma de arco circular que tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. En este caso, cada una de las muescas 5a, 5c tiene una mayor profundidad, es decir, es una muesca profunda, y cada una de las muescas 5b, 5d tiene una menor profundidad, es decir, es una muesca poco profunda. (En lo sucesivo, estas muescas se denominarán respectivamente como las muescas profundas 5a, 5c y como las muescas poco profundas 5b, 5d). Las muescas profundas 5a, 5c tienen cada una un lado inferior más bajo que el de las respectivas muescas poco profundas 5b, 5d.

La placa de recubrimiento 8 está acoplada y unida a una superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4. La placa de recubrimiento 8 puede estar formada por el mismo material que el de la placa piezoeléctrica 4. Si se utiliza el mismo material para la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4, la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 tienen el mismo coeficiente de expansión térmica con respecto a un cambio de temperatura. Por lo tanto, es posible impedir que la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 se deformen según el cambio de temperatura ambiente. Además, es posible impedir que la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 se separen entre sí- La placa de recubrimiento 8 incluye un orificio de suministro de líquido 9 y un orificio de descarga de líquido 10 que se extienden desde una superficie a otra de la placa de recubrimiento 8. El orificio de suministro de líquido 9 incluye partes de cierre de orificio de suministro 9x, 9y para cerrar las muescas poco profundas 5b, 5d. Asimismo, el orificio de descarga de líquido 10 incluye partes de cierre de orificio de descarga 10x, 10y para cerrar las muescas poco profundas 5b, 5d. Como se ha descrito anteriormente, las muescas poco profundas 5b, 5d están estructuradas para impedir que un líquido entre en las muescas poco profundas 5b, 5d.

La placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 están acopladas entre sí de manera que el orificio de suministro de líquido 9 se corresponde o se corresponde sustancialmente con los extremos de abertura en un lado en la dirección longitudinal de las muescas profundas 5a, 5c, y de manera que el orificio de descarga de líquido 10 se corresponde o se corresponde sustancialmente con extremos de abertura en otro lado en la dirección longitudinal de las muescas profundas 5a, 5c. La placa de recubrimiento 8 cierra, en una región central entre el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10, partes de abertura de las muescas profundas 5a, 5c. Es decir, las respectivas muescas profundas 5a, 5c se comunican entre sí a través del orificio de suministro de líquido 9 y del orificio de descarga de líquido 10 de la placa de recubrimiento 8.

Como se ha descrito anteriormente, el líquido se suministra a las muescas profundas 5a, 5c desde un lado de una superficie 7 en la que las muescas profundas 5a, 5c están abiertas, y el líquido se descarga desde el mismo lado. Además, cada una de las muescas profundas 5a, 5c tiene una forma convexa en la dirección de profundidad. Por lo tanto, el líquido se suministra para que fluya en las muescas profundas 5a, 5c sin quedarse estancado. Con esta estructura es posible descargar rápidamente cuerpos extraños tales como burbujas y polvo, que se hayan mezclado en el líquido, desde la región de las muescas profundas 5a, 5c. Además, el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10 de la placa de recubrimiento 8 se corresponden o se corresponden sustancialmente con ambas partes de abertura de extremo de las muescas profundas 5a, 5c, respectivamente, y, por tanto, una región de resistencia del líquido entre la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 reduce adicionalmente su tamaño.

La placa de boquillas 2 está acoplada y unida a la otra superficie de la placa piezoeléctrica 4. La placa de boquillas 2 puede estar formada por un material de alto polímero tal como resina de poliamida. La placa de boquillas 2 incluye boquillas 3 que se extienden desde una superficie de la placa de boquillas 2 en el lado de placa piezoeléctrica 4 hasta otra superficie de la misma en el lado opuesto. Las boquillas 3 se comunican respectivamente con las muescas profundas 5a, 5c de la placa piezoeléctrica 4 en puntas en la dirección de profundidad de las muescas profundas 5a, 5c. Cada una de las boquillas 3 tiene forma de embudo que incluye una sección de abertura que decrece desde una superficie hasta la otra superficie de la placa de boquillas 2. Una superficie inclinada de la forma de embudo forma, por ejemplo, un ángulo inclinado de  $10^\circ$  aproximadamente con respecto a una línea normal a la placa de boquillas 2.

El elemento de canal 11 está acoplado y unido a una superficie superior de la placa de recubrimiento 8, estando la superficie superior en un lado opuesto a la placa piezoeléctrica 4. El elemento de canal 11 incluye una cámara de suministro de líquido 12 y una cámara de descarga de líquido 13. Tanto la cámara de suministro de líquido 12 como la cámara de descarga de líquido 13 es una parte cóncava en otra superficie del elemento de canal 11 en un lado de la placa de recubrimiento 8. La cámara de suministro de líquido 12 se corresponde y se comunica con el orificio de suministro de líquido 9 de la placa de recubrimiento 8, y la cámara de descarga de líquido 13 se corresponde y se comunica con el orificio de descarga de líquido 10 de la placa de recubrimiento 8. El elemento de canal 11 incluye partes de abertura que se comunican con la cámara de suministro de líquido 12 y con la cámara de descarga de líquido 13 en una superficie del elemento de canal 11, siendo opuesta la superficie al lado de la placa de recubrimiento 8. Además, el elemento de canal 11 incluye una junta de suministro 14 y una junta de descarga 15



fijadas a una periferia externa de cada una de las partes de abertura- Como se ilustra en la FIG. 2C, la cámara de suministro de líquido 12 incluye, con el fin de reducir el estancamiento y la resistencia del líquido, una superficie superior inclinada desde la parte de abertura de suministro de líquido hacia una parte periférica en una dirección de referencia. Como resultado, disminuye el espacio de la cámara de suministro de líquido 12. La cámara de descarga de líquido 13 tiene una estructura similar a la de la cámara de suministro de líquido 12.

Con esta estructura, el líquido suministrado desde la junta de suministro 14 llena la cámara de suministro de líquido 12 y el orificio de suministro de líquido 9, y fluye hacia el interior de las muescas profundas 5a, 5c. Además, el líquido descargado desde las muescas profundas 5a, 5c fluye hacia el orificio de descarga de líquido 10 y la cámara de descarga de líquido 13, y sale a través de la junta de descarga 15. Las superficies inferiores de las muescas profundas 5a, 5c están formadas de manera que la profundidad de cada una de las muescas profundas 5a, 5c es menor hacia la parte de extremo en la dirección longitudinal. Por lo tanto, el líquido fluye en las muescas profundas 5a, 5c sin quedar estancado.

El cabezal de chorro de líquido 1 funciona de la siguiente manera. En primer lugar, la placa piezoeléctrica 4 se polariza. Además, como se ilustra en la FIG. 2B, en ambas superficies laterales de las respectivas paredes laterales 6a, 6b, 6c, electrodos de activación 16a, 16b, 16c, 16d se forman de la siguiente manera. Específicamente, la pared lateral 6a está intercalada entre el electrodo de activación 16a y uno de los electrodos de activación 16b, y la pared lateral 6b está intercalada entre uno de los electrodos de activación 16b y uno de los electrodos de activación 16c, y la pared lateral 6c está intercalada entre uno de los electrodos de activación 16c y uno de los electrodos de activación 16d. Después, la junta de suministro 14 recibe el líquido para llenar las muescas profundas 5a, 5c con el líquido. Después se aplica una tensión de activación, por ejemplo, entre el uno de los electrodos de activación 16b y el uno de los electrodos de activación 16c formados respectivamente en la pared lateral 6b y entre el uno de los electrodos de activación 16c y el uno de los electrodos de activación 16d formados respectivamente en la pared lateral 6c. Como resultado, las paredes laterales 6b, 6c se deforman debido a un efecto piezoeléctrico, por ejemplo, un efecto piezoeléctrico de variación de grosor y, por tanto, el volumen de la muesca profunda 5c varía. Debido al cambio de volumen mencionado anteriormente, el líquido contenido en la muesca profunda 5c se expulsa a través de las boquillas 3. La otra muesca 5a funciona de manera similar a la muesca profunda 5c. En este caso, los espacios internos de las muescas poco profundas 5b, 5d no son accesibles para el líquido de un canal y, por tanto, el líquido no puede entrar en los espacios internos. Dicho de otro modo, incluso en caso de que se utilice un líquido conductor de electricidad, no se produce ningún cortocircuito eléctrico entre el electrodo 16b de la muesca poco profunda 5b y el electrodo 16c de la muesca profunda 5c, y entre la pluralidad de electrodos de activación 16b en la muesca poco profunda 5b. Por esa razón puede utilizarse el líquido conductor de electricidad y es posible expulsar gotas de líquido al mismo tiempo y por separado a través de la muesca profunda 5a y la muesca grabación. Si se utiliza tinta como líquido, es posible dibujar en una lámina o similar que sirva como medio de grabación. Si se utiliza un material metálico líquido como líquido, es posible formar patrones de electrodos en un sustrato.

En particular, como en la primera realización ilustrada, la placa de recubrimiento de suministro/descarga de líquido 8 está prevista en el lado de las partes de abertura de las muescas profundas 5a, 5c, y la parte inferior de cada una de las muescas tiene la forma de arco circular que presenta una forma convexa en la dirección de profundidad. Por tanto, incluso en caso de que cuerpos extraños, tales como burbujas y polvo, entren y se mezclen en las respectivas muescas profundas 5a, 5c, es posible reducir el periodo de tiempo de resistencia de los cuerpos extraños, pudiendo de ese modo reducir la probabilidad de que generar fallos tales como que las boquillas 3 se obstruyan y que la presión de expulsión de líquido se absorba por las burbujas mezcladas.

Debe observarse que una sección vertical en la dirección longitudinal de cada una de las muescas profundas 5a, 5c puede tener un forma de trapecio invertido que presenta una forma convexa en la dirección de profundidad de las mismas. Por el contrario, ambas superficies laterales en la dirección longitudinal de cada una de las muescas profundas 5a, 5c pueden tener una forma de arco circular que sobresale en una dirección lateral o en la dirección de profundidad, y un lado inferior de cada una de las muescas profundas 5a, 5c puede ser plano.

Además, aunque las posiciones de las boquillas 3 que se comunican respectivamente con las muescas profundas 5a, 5c en el lado inferior de las muescas profundas 5a, 5c no están particularmente limitadas, es preferible que cada una de las posiciones de las boquillas 3 esté fijada en un eje simétrico o un centro simétrico de la dirección longitudinal (dirección X) y una dirección de anchura (dirección Y) de cada una de las muescas profundas 5a, 5c. Una onda de impacto que se aplica al líquido debido a la deformación de las paredes laterales 6a, 6b, 6c tiende a converger en la posición en el eje simétrico o el centro simétrico en una región de las respectivas muescas profundas 5a, 5c, permitiendo que la presión de expulsión de líquido a través de las boquillas 3 sea la más alta.

Además, aunque se describe específicamente más adelante, la otra superficie de la placa piezoeléctrica 4 se somete al corte después de que se formen las muescas 5 en una superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4 y la placa de recubrimiento 8 se acople y se fije a la superficie 7. Cuando la otra superficie de la placa piezoeléctrica 4 se somete al corte, la otra superficie de la placa piezoeléctrica 4 puede cortarse hasta que se abran las superficies inferiores de las muescas profundas 5a, 5c. Por el contrario, el corte puede detenerse antes de que se abran las superficies inferiores de las muescas profundas 5a, 5c, para dejar de ese modo un material piezoeléctrico delgado en las superficies inferiores de las muescas profundas 5a, 5c. Cuando el material piezoeléctrico delgado se deja en las superficies inferiores de las muescas profundas 5a, 5c es necesario formar orificios de paso correspondientes a las

boquillas 3 de la placa de boquillas 2. Por esa razón, se necesita una gran precisión y también aumenta el número de etapas. Además, el material piezoeléctrico se deja en un lado inferior de las muescas profundas 5a, 5c y, por tanto, aumenta la distancia desde la región de cada una de las muescas profundas 5a, 5c hasta un Orificio de descarga de cada una de las boquillas 3. Como resultado, la resistencia en el canal aumenta y la velocidad de descarga disminuye. Por lo tanto, es preferible que las partes inferiores de las muescas profundas 5a, 5c estén abiertas para hacer de ese modo que la superficie superior de la placa de boquillas 2 sea los lados inferiores de las muescas profundas 5a, 5c.

Además, aunque en la primera realización mencionada anteriormente se proporciona el elemento de canal 11 para permitir de ese modo que el líquido que se suministra y se descarga fluya sin quedar estancado, el elemento de canal 11 no se requiere necesariamente en la presente invención. En particular, incluso en caso de que el número de muescas 5 sea pequeño, o incluso en caso de que el número de muescas 5 sea elevado, la placa de recubrimiento 8 puede construirse para que tenga la misma función que la del elemento de canal 11.

Además, aunque en la primera realización, ilustrada en la FIG. 2B, la pluralidad de boquillas 3 están dispuestas en una fila paralela a la dirección Y, la presente invención no está limitada a esto. Un número predeterminado de las boquillas 3 pueden estar dispuestas de manera oblicua formando al mismo tiempo cada una un ángulo con respecto a la dirección Y.

(Segunda realización)

La FIG. 3 es una vista esquemática en sección vertical de un cabezal de chorro de líquido 1 según una segunda realización de la presente invención. La segunda realización es similar a la primera realización excepto con la diferencia de que la placa de boquillas 2 incluye dos boquillas 3a, 3b correspondientes a una muesca profunda 5a. A continuación se describen principalmente partes de la segunda realización diferentes a las de la primera realización. Además, en lo que sigue, partes idénticas o partes que tienen las mismas funciones que las de la primera realización se denotan con los mismos símbolos de referencia.

Como se ilustra en la FIG. 3, el cabezal de chorro de líquido 1 tiene una estructura en la que la placa de boquillas 2, la placa piezoeléctrica 4, la placa de recubrimiento 8 y el elemento de canal 11 están estratificados unos sobre otros en este orden. La placa piezoeléctrica 4 incluye, en una superficie de la misma, la muesca profunda alargada 5a y la muesca poco profunda 5b dispuesta de manera adyacente a la muesca profunda alargada 5a y ortogonal a una dirección longitudinal y de tira. La muesca profunda 5a tiene una forma convexa en la dirección de profundidad y dos boquillas 3a, 3b de la placa de boquillas 2 se comunican con la muesca profunda 5a en la punta de la forma convexa. La boquilla 3a está situada en un lado de un extremo con respecto a una parte central en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a, y la boquilla 3b está situada en un lado de otro extremo con respecto a la parte central en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a. El líquido suministrado a través de la junta de suministro 14 fluye a través de la cámara de suministro de líquido 12 y del orificio de suministro de líquido 9 hacia una parte de abertura en un extremo de la muesca profunda 5a. Después, el líquido sale a través de una parte de abertura en el otro extremo de la muesca profunda 5a, a través del orificio de descarga de líquido 10 y a través de la cámara de descarga de líquido 13 hacia la junta de descarga 15. Debe observarse que, en este caso, la punta de la forma convexa en la dirección de profundidad de la muesca profunda 5a no es necesariamente la parte más profunda de la muesca profunda 5a y, si la muesca profunda 5a tiene una extensión en el lado inferior de la misma, el lado inferior con la extensión es lo que se denomina punta. Esto también se aplica a las otras realizaciones.

Las partes de abertura en los dos extremos de la muesca profunda 5a formada en la placa piezoeléctrica 4 se corresponden o se corresponden sustancialmente con partes de abertura del orificio de suministro de líquido 9 y del orificio de descarga de líquido 10 de la placa de recubrimiento 8. Además, la muesca profunda 5a tiene una sección transversal que tiene una forma que sobresale hacia un lado de la placa de boquillas 2. Por lo tanto, entre la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 y en el interior de la muesca profunda 5a es difícil que el flujo de líquido quede estancado. Además, incluso si entran y se mezclan burbujas y polvo en las muescas, las burbujas y el polvo se descargan rápidamente. Por consiguiente, es posible reducir fallos tales como que las boquillas 3 se obstruyan y el líquido no se descargue a través de las boquillas 3 debido a que la presión de expulsión de líquido en las muescas se absorbe por las burbujas mezcladas como un resorte neumático\*

Electrodos de activación (no mostrados) formados en las superficies laterales de las paredes laterales que definen la muesca profunda 5a y la muesca poco profunda 5b están separados eléctricamente entre sí en la parte central en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a y la muesca poco profunda 5b. En caso de expulsar el líquido a través de la boquilla 3a, se aplica una tensión de activación al electrodo de activación en un lado de la boquilla 3a para deformar de ese modo la pared lateral en el lado de la boquilla 3a. En caso de expulsar el líquido a través de la boquilla 3b, se aplica una tensión de activación al electrodo de activación en un lado de la boquilla 3b para deformar de ese modo la pared lateral en el lado de la boquilla 3b. Además, las muescas poco profundas 5b se forman intercalando la muesca profunda 5a, y las muescas poco profundas 5b se cierran mediante la placa de recubrimiento 8 para impedir que el líquido entre en las muescas poco profundas 5b. Por tanto, es posible utilizar el líquido conductor de electricidad y controlar las paredes laterales de cada una de las muescas profundas 5a de manera independiente a la activación de las muescas profundas adyacentes. Es decir, es posible expulsar de manera independiente el líquido a través de las dos boquillas y es posible aumentar la densidad de grabación y la velocidad

de grabación ya que la tensión de activación para activar las muescas profundas adyacentes no afecta a la densidad de grabación ni a la velocidad de grabación.

La FIG. 4 es una vista esquemática en sección vertical de un cabezal de chorro de líquido 1 según una tercera realización de la presente invención. La tercera realización es similar a la primera realización excepto con la diferencia de que la placa de boquillas 2 incluye dos boquillas 3a, 3b correspondientes a una muesca profunda 5a, y que la placa de recubrimiento 8 incluye el orificio de suministro de líquido 9 y dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b. A continuación se describen principalmente partes diferentes a las de la primera realización.

Como se ilustra en la FIG. 4, el cabezal de chorro de líquido 1 tiene una estructura en la que la placa de boquillas 2, la placa piezoeléctrica 4, la placa de recubrimiento 8 y el elemento de canal 11 están estratificados unos sobre otros en este orden. La placa piezoeléctrica 4 incluye, en una superficie de la misma, la muesca profunda alargada 5a y la muesca poco profunda 5b dispuesta de manera adyacente a la muesca profunda alargada 5a y ortogonal a la dirección de longitudinal. La muesca profunda 5a tiene una sección transversal en la dirección longitudinal y la dirección de profundidad, presentando la sección transversal una forma convexa en la dirección de profundidad. La placa de recubrimiento 8 incluye: el orificio de suministro de líquido 9 correspondiente a una parte de abertura central en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a; y los dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b correspondientes a partes de abertura en ambos extremos en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a.

El elemento de canal 11 incluye: la cámara de suministro de líquido 12 correspondiente al orificio de suministro de líquido 9 de la placa de recubrimiento 8; y las cámaras de descarga de líquido 13a, 13b que se corresponden respectivamente con los dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b. La cámara de suministro de líquido 12 se abre en una superficie opuesta a la placa de recubrimiento 8 para suministrar el líquido a través de la junta de suministro 14 prevista en la periferia externa de la parte de abertura. Las cámaras de descarga de líquido 13a, 13b se abren hacia una superficie de la placa de recubrimiento 8 para descargar el líquido a través de las juntas de descarga 15a, 15b previstas en la periferia externa de las partes de abertura. La muesca profunda 5a tiene una forma convexa en la dirección de profundidad y las dos boquillas 3a, 3b de la placa de boquillas 2 se comunican con la muesca profunda 5a en la punta de la misma. La boquilla 3a está situada entre el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10a, y la boquilla 3b está situada entre el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10b.

El líquido suministrado a través de la junta de suministro 14 fluye a través de la cámara de suministro de líquido 12 y del orificio de suministro de líquido 9 hacia una parte central de la muesca profunda 5a. Después, el líquido fluye a través de ambas partes de extremo de la muesca profunda 5a, de los dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b y de las cámaras de descarga de líquido 13a, 13b antes de que el líquido salga por las juntas de descarga 15a, 15b al exterior. Las partes de abertura en ambos extremos de la muesca profunda 5a formada en la placa piezoeléctrica 4 se corresponden o se corresponden sustancialmente con las partes de abertura de los dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b de la placa de recubrimiento 8. Además, la muesca profunda 5a tiene una sección transversal que presenta una forma que sobresale hacia un lado de la placa de boquillas 2. Por lo tanto, entre la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 y en el interior de la muesca profunda 5a, se reducen el estancamiento y la resistencia del líquido. Además, incluso si entran y se mezclan burbujas y polvo en las muescas, las burbujas y el polvo se descargan rápidamente. Por consiguiente, pueden reducirse las obstrucciones en las boquillas 3.

Electrodos de activación (no mostrados) previstos en las superficies de pared lateral para deformar las paredes laterales que definen las muescas profundas 5a están separados eléctricamente entre sí en partes centrales en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a y la muesca poco profunda 5b. En caso de expulsar el líquido a través de la boquilla 3a, se aplica una tensión de activación a los electrodos de activación en un lado de la boquilla 3a para deformar de ese modo las paredes laterales en el lado de la boquilla 3a. En caso de expulsar el líquido a través de la boquilla 3b, se aplica una tensión de activación a los electrodos de activación en un lado de la boquilla 3b para deformar de ese modo las paredes laterales en el lado de la boquilla 3b. Además, las muescas poco profundas 5b se forman intercalando la muesca profunda 5a, y las muescas poco profundas 5b se cierran mediante la placa de recubrimiento 8 para impedir que el líquido entre en la muesca poco profunda 5b y, por tanto, es posible utilizar el líquido conductor de electricidad y controlar las paredes laterales respectivas de la muesca profunda 5a de manera independiente a la activación de las muescas profundas adyacentes a las paredes laterales respectivas de la muesca profunda 5a. Por tanto, es posible aumentar la densidad de grabación o la velocidad de grabación utilizando el líquido. Además, la forma de la muesca profunda 5a y el flujo del líquido son simétricos en torno a la línea central CC de la muesca profunda 5a. Por lo tanto, una condición de expulsión para expulsar gotas de líquido a través de la boquilla 3a y una condición de expulsión para expulsar gotas de líquido a través de la boquilla 3b pueden ser la misma. Por ejemplo, es posible hacer que la cantidad de gotas de líquido de las gotas de líquido que van a expulsarse y el tiempo de expulsión de líquido sean los mismos entre la boquilla 3a y la boquilla 3b.

Debe observarse que aunque en la tercera realización mencionada anteriormente el líquido se suministra desde la parte central de la muesca profunda 5a y el líquido se descarga desde ambas partes de extremo de la muesca profunda 5a, la presente invención no está limitada a esto. Por ejemplo, el líquido puede suministrarse desde ambas partes de extremo de la muesca profunda 5a y puede descargarse desde la parte central de la muesca profunda 5a. Además, el número de orificios de descarga de líquido 10 o de orificios de suministro de líquido 9 puede aumentarse adicionalmente.

(Cuarta realización)

Las FIG. 5A y 5B y las FIG. 6A y 6B son vistas explicativas del cabezal de chorro de líquido 1 según una cuarta realización de la presente invención. La FIG. 5A es una vista en perspectiva general del cabezal de chorro de líquido 1, y la FIG. 5B es una vista interna en perspectiva del cabezal de chorro de líquido 1. La FIG. 6A es una vista en sección vertical de la parte DD de la FIG. 5A, y la FIG. 6B es una vista en sección vertical de la parte EE de la FIG. 5A.

Como se ilustra en la FIG. 5A y la FIG. 5B, el cabezal de chorro de líquido 1 tiene una estructura en la que la placa de boquillas 2, la placa piezoeléctrica 4, la placa de recubrimiento 8 y el elemento de canal 11 están estratificados unos sobre otros. La placa de boquillas 2 y la placa piezoeléctrica 4 tienen cada una un ancho en la dirección X que es mayor que el de la placa de recubrimiento 8 y del elemento de canal 11. Además, la placa de boquillas 2 y la placa piezoeléctrica 4 sobresalen cada una en un extremo de las mismas en la dirección X con respecto a la placa de recubrimiento 8 y el elemento de canal 11. En la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4, un gran número de muescas profundas 5a y un gran número de muescas poco profundas 5b están dispuestas de manera alterna en la dirección Y, es decir, de manera independiente y alterna. La placa de recubrimiento 8 incluye el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10 que se extienden cada uno desde una superficie hasta otra superficie. Las partes de abertura en la otra superficie del orificio de suministro de líquido 9 y del orificio de descarga de líquido 10 se corresponden o se corresponden sustancialmente y se comunican respectivamente con las partes de abertura en un extremo y en el otro extremo en la dirección longitudinal (dirección X) de las respectivas muescas profundas 5a.

Como se ilustra en la FIG. 6A y la FIG. 6B, el elemento de canal 11 incluye la cámara de suministro de líquido 12 y la cámara de descarga de líquido 13, que están formadas por partes cóncavas abiertas hacia la otra superficie en un lado de la placa de recubrimiento 8. El elemento de canal 11 incluye, en la superficie opuesta a la placa de recubrimiento 8, la junta de suministro 14 y la junta de descarga 15, que se comunican respectivamente con la cámara de suministro de líquido 12 y con la cámara de descarga de líquido 13.

Un gran número de terminales de electrodo están formados colectivamente en una superficie 7 en el extremo hacia el que se sobresale la placa piezoeléctrica 4. Los terminales de electrodo están conectados eléctricamente a los electrodos de activación (no mostrados) formados en las paredes laterales de las muescas profundas 5a y de las muescas poco profundas 5b, respectivamente. Un circuito impreso flexible (denominado en lo sucesivo como FPC) 24 está acoplado para fijarse a la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4. El FPC 24 incluye un gran número de electrodos separados eléctricamente entre sí en la superficie en el lado de la placa piezoeléctrica 4. Los electrodos están conectados eléctricamente a los terminales eléctricos en la placa piezoeléctrica 4 por medio de un material conductor de electricidad, respectivamente. El FPC 24 incluye, en una superficie del mismo, un conector 26 y CI activadores 25 que sirven como circuitos de activación. Los CI activadores 25 generan la tensión de activación para activar las paredes laterales respectivas de las muescas profundas 5a y de las muescas poco profundas 5b cuando una señal de activación se introduce a través del conector 26, y los CI activadores 25 suministran la tensión de activación a los electrodos de activación (no mostrados) de las paredes laterales por medio de los electrodos del FPC 24 y de los terminales de electrodo de la placa piezoeléctrica 4.

Una base 21 aloja la placa piezoeléctrica 4 y similares. En una superficie inferior de la base 21 hay expuesta una superficie de expulsión de líquido de la placa de boquillas 2. El FPC 24 se extiende desde un lado de la parte de extremo saliente de la placa piezoeléctrica 4 hacia exterior y está fijado a una superficie externa de la base 21. La base 21 incluye dos orificios de paso en una superficie superior de la misma. Un tubo de suministro 22 para suministrar el líquido sobresale a través de uno de los orificios de paso para conectarse con la junta de suministro de líquido 14, y un tubo de descarga 23 para descargar el líquido sobresale a través del otro de los orificios de paso para conectarse con la junta de descarga 15.

Cada una de las boquillas 3 de la placa de boquillas 2 se comunica con la punta de la forma que tiene una forma convexa en la dirección de profundidad de cada una de las muescas profundas 5a. Las boquillas 3 formadas en la placa de boquillas 2 están dispuestas en una fila en la dirección Y, y se comunican con las muescas profundas 5a, respectivamente. La placa de recubrimiento 8 está unida a la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4 de manera que las partes de extremo de abertura del orificio de suministro de líquido 9 y del orificio de descarga de líquido 10 se corresponden o se corresponden sustancialmente con una parte de extremo de abertura y con la otra parte de extremo de abertura de las muescas profundas 5a, respectivamente, y de manera que las partes de abertura de las muescas poco profundas 5b están cerradas. De esta manera está fijado el FPC 24 a la pared lateral de la base 21.

Con esta estructura se reduce el estancamiento del líquido entre la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 y en el interior de cada una de las muescas profundas 5a y, por tanto, las burbujas y el polvo que entran y se mezclan en el líquido se descargan rápidamente. Por consiguiente, es posible reducir la probabilidad de que se produzcan fallos tales como obstrucciones en las boquillas 3 y la descarga de una cantidad insuficiente de líquido. Además, cuando los CI activadores 25 y las paredes laterales de las muescas profundas 5a de la placa piezoeléctrica 4 se calientan debido a la activación de los mismos, el calor se transmite por medio de la base 21 y del elemento de canal 11 al líquido que fluye en el interior. Es decir, es posible liberar de manera eficaz el calor al

exterior utilizando, como un medio de refrigeración, el líquido para llevar a cabo una grabación en el medio de grabación. De este modo, es posible impedir que disminuya el rendimiento de activación debido al excesivo calentamiento de los CI activadores 25 y de la placa piezoeléctrica 4. Por lo tanto, es posible proporcionar un cabezal de chorro de líquido 1 altamente fiable.

5 Debe observarse que, al igual que en la segunda realización, pueden proporcionarse dos boquillas 3 para cada muesca profunda. Además, al igual que en la tercera realización, el líquido puede suministrarse a través de la cámara de suministro de líquido 12 y del orificio de suministro de líquido 9 desde la parte central de las muescas profundas 5a, y el líquido puede descargarse desde ambas partes de extremo de las muescas profundas 5a a través de los orificios de descarga de líquido 10a, 10b y de las cámaras de descarga de líquido 13a, 13b. Además, el líquido  
10 puede expulsarse de manera independiente a través de las dos boquillas. Además, no es crucial que las boquillas 3 previstas en la placa de boquillas 2 estén dispuestas en una fila en la dirección Y como se ilustra en la FIG. 6B. Las boquillas 3 previstas en la placa de boquillas 2 pueden estar dispuestas formando cada una un ángulo con respecto a la dirección Y en determinados intervalos.

(Quinta realización)

15 La FIG. 7 es una vista de configuración esquemática de un aparato de chorro de líquido 20 según una quinta realización de la presente invención. El aparato de chorro de líquido 20 suministra el líquido al cabezal de chorro de líquido 1 e incluye un tanque de líquido 27, una bomba de presión 28 y una bomba de aspiración 29. El tanque de líquido 27 almacena el líquido descargado desde el cabezal de chorro de líquido 1. La bomba de presión 28 empuja y suministra el líquido desde el tanque de líquido 27 al cabezal de chorro de líquido 1. La bomba de aspiración 29  
20 aspira y descarga el líquido desde el cabezal de chorro de líquido 1 al interior del tanque de líquido 27. Un lado de aspiración de la bomba de presión 28 y el tanque de líquido 27 están conectados entre sí a través de un tubo de suministro 22b. Un lado de presión de la bomba de presión 28 y la junta de suministro 14 del cabezal de chorro de líquido 1 están conectados entre sí a través de un tubo de suministro 22a. Un lado de presión de la bomba de aspiración 29 y el tanque de líquido 27 están conectados entre sí a través de un tubo de descarga 23b. Un lado de aspiración de la bomba de aspiración 29 y la junta de descarga 15 del cabezal de chorro de líquido 1 están  
25 conectados entre sí a través del tubo de descarga 23a. El tubo de suministro 22a incluye un sensor de presión 31 para detectar la presión del líquido empujado por la bomba de presión 28. El cabezal de chorro de líquido 1 es similar al de la cuarta realización, por lo que se omite la descripción del mismo.

30 Debe observarse que, tal y como se ha descrito anteriormente, como en la segunda realización, pueden proporcionarse dos boquillas 3 para cada muesca profunda 5a en el cabezal de chorro de líquido 1. Además, al igual que en la tercera realización, el líquido puede suministrarse a través de la cámara de suministro de líquido 12 y del orificio de suministro de líquido 9, que se proporciona de manera correspondiente a la cámara de suministro de líquido 12, desde la parte central de la muesca profunda 5a, y el líquido puede descargarse desde ambas partes de extremo de la muesca profunda 5a a través de los dos orificios de descarga de líquido 10a, 10b y de las dos  
35 cámaras de descarga de líquido 13a, 13b proporcionadas de manera correspondiente para los orificios de descarga de líquido 10a, 10b. Además, el líquido puede expulsarse de manera independiente a través de las dos boquillas. Además, aunque el aparato de chorro de líquido 20 incluye una cinta transportadora para hacer que el cabezal de chorro de líquido 1 se mueva de manera alternante, un carril de guiado para guiar el cabezal de chorro de líquido 1, un motor de activación para activar la cinta transportadora, un rodillo transportador para transportar el medio de grabación, una parte de control para controlar la activación de estos elementos, y similares, los elementos  
40 mencionados anteriormente no se muestran en la FIG. 7.

Además, en esta realización, un desaireador (no mostrado) puede estar previsto entre el orificio de descarga de líquido 10 y el tanque de líquido 27. Dicho de otro modo, el desaireador puede comunicarse con el tubo de descarga 23a o 23b. Cuando se utiliza la estructura mencionada anteriormente, es posible expulsar o extraer el gas contenido  
45 en el líquido en una trayectoria de los tubos de descarga 23a y 23b para hacer que el líquido, que se suministra desde el tanque de líquido 27 a las muescas 5, circule desde las muescas 5 hasta el tanque de líquido 27. Es decir, la trayectoria de circulación tiene una función de desaireación y, por tanto, es posible reducir el contenido del gas presente en el líquido para suministrar de ese modo el líquido adecuado para un entorno de descarga de líquido al tanque de líquido 27. Por lo tanto, es posible configurar un sistema de reutilización de líquido excelente.

50 El aparato de chorro de líquido 20 tiene la estructura descrita anteriormente y, por tanto, el estancamiento y la resistencia del líquido se reducen entre la placa de recubrimiento 8 y la placa piezoeléctrica 4 y en el interior de cada una de las muescas profundas 5a. Por lo tanto, incluso si entran y se mezclan burbujas y polvo en el interior, el líquido se descarga rápidamente. Además, las muescas poco profundas se forman intercalando cada una de las muescas profundas 5a, y las muescas poco profundas se cierran mediante la placa de recubrimiento 8 para impedir  
55 que el líquido entre en las muescas poco profundas y, por tanto, es posible controlar las paredes laterales de cada una de las muescas profundas 5a de manera independiente a la activación de las muescas profundas adyacentes entre sí. Además, el calor generado en los CI activadores 25 y las paredes laterales de la placa piezoeléctrica 4 se transmite por medio de la base 21 y del elemento de canal 11 al líquido que fluye en el interior. Por lo tanto, es posible liberar de manera eficiente el calor al exterior utilizando, como el medio de refrigeración, el líquido para llevar  
60 a cabo la grabación en el medio de grabación. Por tanto, es posible impedir que disminuya el rendimiento de

activación debido al excesivo calentamiento de los CI activadores 25 y de las paredes laterales. Por lo tanto, es posible proporcionar un aparato de chorro de líquido 20 altamente fiable.

(Sexta realización)

5 Las FIG. 8A a 8E son vistas explicativas que ilustran un procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 según una sexta realización de la presente invención. Partes idénticas o partes que tengan la misma función que las de las realizaciones mencionadas anteriormente se denotan con los mismos símbolos de referencia.

10 La FIG. 8A ilustra etapas de maquinado de muescas que llevan a cabo cortes en la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4 mediante la utilización de una cuchilla de corte 30 para formar la muesca profunda 5a y la muesca poco profunda 5b. La placa piezoeléctrica 4 está hecha de cerámica PZT. La cuchilla de corte 30 está hecha de una placa metálica o de una resina sintética que tiene forma de disco, y granulos de diamante para el corte están incrustados en una parte periférica externa de la misma. La cuchilla de corte giratoria 30 se hace descender hasta una profundidad predeterminada en una parte de extremo de la placa piezoeléctrica 4 y, después, el corte se realiza de manera horizontal hasta la otra parte de extremo de la placa piezoeléctrica 4 antes de elevar la cuchilla de corte 30. La FIG. 8B ilustra una sección transversal de la muesca profunda 5a después del corte. Un perfil de la cuchilla de corte 30 se lleva a ambas partes de extremo de la muesca profunda 5a, y la sección transversal de la muesca profunda 5a tiene la forma de arco circular que presenta una forma convexa en la dirección de profundidad. Además, en un lado profundo y/o en un lado delantero de la muesca profunda 5a en la lámina del dibujo, la muesca poco profunda 5b se forma de manera adyacente a la muesca profunda 5a.

20 La FIG. 8C ilustra una vista en sección vertical del cabezal de chorro de líquido incompleto después de una etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento que acopla y une la placa de recubrimiento 8 que incluye el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10 a la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4. La placa de recubrimiento 8 está formada por el mismo material que el de la placa piezoeléctrica 4 y está unida con un adhesivo a la superficie 7 de la placa piezoeléctrica 4. La parte de extremo de abertura del orificio de suministro de líquido 9 y la parte de extremo de abertura de la muesca profunda 5a se hacen corresponder o se hacen corresponder sustancialmente entre sí. Además, la parte de extremo de abertura del orificio de descarga de líquido 10 y la otra parte de extremo de abertura de la muesca profunda 5a se hacen corresponder o se hacen corresponder sustancialmente entre sí. La placa de recubrimiento 8 se acopla a un lado de abertura de la muesca profunda 5a. Por lo tanto, la colocación se lleva a cabo de manera muy sencilla entre la parte de extremo de la muesca profunda 5a y la parte de extremo de abertura del orificio de suministro de líquido 9, y entre la parte de extremo de la muesca profunda 5a y el orificio de descarga de líquido 10. Además, la placa de recubrimiento 8 cierra la parte de abertura de la muesca poco profunda 5b. La muesca profunda 5a tiene la forma de arco circular que presenta una forma convexa en la dirección de profundidad. Con esta estructura, cuando el líquido fluye desde el orificio de suministro de líquido 9 al interior de la muesca profunda 5a y después el líquido se descarga a través del orificio de descarga de líquido 10, es posible impedir que se produzca el estancamiento y la resistencia dentro de la muesca profunda 5a.

40 La FIG. 8D ilustra una vista en sección vertical del cabezal de chorro de líquido incompleto después de una etapa de proceso de corte que corta otra superficie 17 de la placa piezoeléctrica 4 para abrir de ese modo la punta en la dirección de profundidad de la muesca profunda 5a. De tal manera que la punta en la dirección de profundidad de la muesca profunda 5a está situada en un lado más profundo con respecto a la superficie inferior de la muesca poco profunda 5b, el corte se detiene en un estado en el que la punta de la muesca profunda 5a está abierta y la superficie inferior de la muesca poco profunda 5b no está abierta. Puesto que la placa de recubrimiento 8 está unida a una superficie de la placa piezoeléctrica 4, la placa de recubrimiento 8 funciona como un elemento de refuerzo para la placa piezoeléctrica 4.

45 Por lo tanto, la otra superficie 17 de la placa piezoeléctrica 4 puede cortarse fácilmente con una máquina de pulverización de superficie. Además, en lugar de la máquina de pulverización de superficie, puede utilizarse una máquina de pulido para llevar a cabo el corte. Una muesca poco profunda 5b está interpuesta entre muescas profundas adyacentes, y el material de la placa piezoeléctrica 4 se deja en una parte inferior de la muesca poco profunda 5b. Dicho de otro modo, la distancia entre la muesca profunda 5a y otra muesca profunda adyacente a la muesca profunda 5a es grande, y el material piezoeléctrico está interpuesto entre las mismas, siendo grande la resistencia contra el corte desde la superficie trasera. Por lo tanto, sin romper las paredes laterales 6 que definen la muesca profunda 5a, es posible abrir la superficie inferior de la muesca profunda 5a.

55 La FIG. 8E ilustra una vista en sección vertical del cabezal de chorro de líquido incompleto después de una etapa de acoplamiento de placa de boquillas que acopla y une la placa de boquillas 2 a la otra superficie 17 de la placa piezoeléctrica 4. La placa de boquillas 2 está formada por una resina de poliimida y se une con un adhesivo a la otra superficie 17 de la placa piezoeléctrica 4. La boquilla 3 tiene forma de embudo que incluye un área de sección de abertura que decrece gradualmente desde el lado de la muesca profunda 5a hacia el exterior. Un orificio de paso con forma de embudo se forma con un haz de láser. La boquilla 3 se proporciona en la parte central en la dirección longitudinal de la muesca profunda 5a.

5 Debe observarse que, además de las etapas ilustradas en las FIG. 8A a 8E, el procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 según la presente invención puede incluir una etapa de acoplamiento de elemento de canal que acopla y une a una superficie de la placa de recubrimiento 8 el elemento de canal preparado que incluye la cámara de suministro de líquido y la cámara de descarga de líquido. El acoplamiento se lleva a cabo de tal manera que el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10 formados en la placa de recubrimiento 8 se comunican con la cámara de suministro de líquido y con la cámara de descarga de líquido, respectivamente. De este modo es posible suministrar de manera equitativa el líquido al gran número de muescas profundas 5a. Al mismo tiempo, es posible hacer que el elemento de canal funcione como una cámara de atenuación para impedir que las pulsaciones de las bombas de líquido se transmitan al lado de la boquilla 3.

10 Además, en la etapa de proceso de corte, la muesca profunda 5a puede cortarse de manera que la punta de la forma que tiene una forma convexa en la dirección de profundidad de la muesca profunda 5a no esté abierta hacia el exterior y, por lo tanto, el material piezoeléctrico se deje en la punta en la dirección de profundidad. En caso de que el material piezoeléctrico se deje en el lado de la superficie inferior de la muesca profunda 5a, un orificio de paso se forma de manera correspondiente a la boquilla 3 antes o después de la etapa de proceso de corte- La formación del

15 orificio de paso se lleva a cabo de tal manera que las paredes laterales 6 que definen la muesca profunda 5a no se someten al corte y, por lo tanto, las paredes laterales no se rompen durante el corte. Cuando el material piezoeléctrico se deja en la parte inferior de la muesca profunda 5a, aumenta la distancia entre una región de la muesca profunda 5a y un orificio de descarga de la boquilla 3. Por lo tanto, la resistencia en el canal aumenta y la velocidad de descarga disminuye. Por lo tanto, es preferible que la parte inferior de la muesca profunda 5a esté abierta para hacer de ese modo que la superficie de la placa de boquillas 2 sea el lado inferior de la muesca profunda 5a.

20 Además, en partes por debajo de las muescas poco profundas 5b, 5d descritas en esta realización, el material piezoeléctrico se deja sobre la placa de boquillas 2. El material piezoeléctrico tiene la función de mejorar la resistencia del cabezal y de mejorar la propiedad de descarga de líquido y, por tanto, es preferible que el material piezoeléctrico depositado tenga un determinado grosor de manera que el material piezoeléctrico pueda ejercer la función mencionada anteriormente.

25 Según el procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 de la presente invención, es posible hacer que el orificio de suministro de líquido 9 y el orificio de descarga de líquido 10 se correspondan o se correspondan sustancialmente con las partes de abertura en ambos extremos de las muescas profundas 5a, sin necesitar una tecnología de corte de alta precisión. Como resultado, el orificio de suministro de líquido y el orificio de descarga de líquido pueden comunicarse con las partes de abertura en ambos extremos de las muescas profundas. Además, el líquido se suministra a las muescas profundas 5a, cada una de las cuales tiene una forma convexa en la dirección de profundidad, desde el lado de la superficie que incluye las muescas profundas 5a formadas en la misma, y el líquido se descarga desde el mismo lado de la superficie. Por lo tanto, es posible reducir el estancamiento y la

30 resistencia del líquido en el interior de la muesca profunda 5a. Por lo tanto, incluso si entran y se mezclan cuerpos extraños tales como burbujas y polvo en la muesca profunda 5a, las burbujas y el polvo pueden descargarse rápidamente al exterior. Por tanto, es posible reducir la probabilidad de que aparezcan inconvenientes tales como obstrucciones en las boquillas 3.

35 La descripción anterior se ha proporcionado solamente a modo de ejemplo y los expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un cabezal de chorro de líquido (1), que comprende:
- una placa de boquillas (2) que comprende una pluralidad de boquillas (3) para expulsar un líquido sobre un medio de grabación, que están dispuestas en una dirección de referencia;
- 5 una placa piezoeléctrica (4), que comprende:
- una superficie (7) en la que una pluralidad de muescas alargadas (5a, 5b) están formadas y dispuestas en la dirección de referencia;
- y otra superficie (17) a la que está unida la placa de boquillas; y
- una placa de recubrimiento (8), que comprende:
- 10 un orificio de suministro de líquido (9) para suministrar el líquido a la pluralidad de muescas alargadas; y
- un orificio de descarga de líquido (10) para descargar el líquido a través de la pluralidad de muescas alargadas, estando dispuesta la placa de recubrimiento sobre la placa piezoeléctrica para cubrir la pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica, caracterizado porque:
- 15 la pluralidad de muescas alargadas de la placa piezoeléctrica comprende muescas profundas (5a) que tienen cada una una mayor profundidad y muescas poco profundas (5b) que tienen cada una una menor profundidad, las cuales están dispuestas de manera alterna y adyacente en la dirección de referencia;
- cada una de las muescas profundas comprende una sección transversal que se extiende en una dirección longitudinal y en una dirección de profundidad de las mismas, la cual tiene una forma convexa en la dirección de profundidad;
- 20 cada una de las muescas profundas y cada una de la pluralidad de boquillas se comunican entre si en una punta de la forma de convexa;
- y la placa de recubrimiento cubre la placa piezoeléctrica de manera que partes de abertura de las muescas poco profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se cierran, y de manera que las muescas profundas abiertas hacia una superficie de la placa piezoeléctrica se comunican con el orificio de suministro de líquido y con el orificio de descarga de líquido.
- 25
2. Un cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 1,
- en el que la sección transversal de cada una de la pluralidad de muescas profundas alargadas tiene una forma de arco circular que presenta una forma convexa en la dirección de profundidad.
3. Un cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 1 o 2,
- 30 en el que la placa de recubrimiento comprende cualquiera o ambos de una pluralidad de orificios de descarga de líquido (10a, 10b) para descargar el líquido a través de al menos una de la pluralidad de muescas profundas alargadas y una pluralidad de orificios de suministro de líquido (9a, 9b) para suministrar el líquido a al menos una de la pluralidad de muescas profundas alargadas.
4. Un cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 35 en el que la placa de boquillas comprende una pluralidad de boquillas comunicadas con cada una de las muescas profundas.
5. Un cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además un elemento de canal (11) dispuesto en una superficie de la placa de recubrimiento opuesta a la placa piezoeléctrica, comprendiendo el elemento de canal:
- 40 una cámara de suministro de líquido (12) para almacenar el líquido que va a suministrarse al orificio de suministro de líquido; y
- una cámara de descarga de líquido (13) para almacenar el líquido descargado desde el orificio de descarga de líquido.
6. Un cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además:
- 45 un circuito de activación (25) para suministrar una potencia eléctrica de activación a un electrodo (16) formado en una pared lateral de cada una de la pluralidad de muescas alargadas;



un circuito impreso flexible (24) que comprende el Circuito de activación montado en el mismo, y que está conectado eléctricamente a la placa piezoeléctrica; y

5 un cuerpo de base (21) para alojar la placa piezoeléctrica en un estado en el que la placa de boquillas está expuesta al exterior del cabezal de chorro de líquido y para fijar el circuito impreso flexible a una superficie externa del cuerpo de base.

7.Un cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la dirección de referencia es ortogonal a una dirección longitudinal de la placa piezoeléctrica.

8.Un aparato de chorro de líquido, que comprende:

el cabezal de chorro de líquido según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;

10 un tanque de líquido (27) para suministrar un líquido a un orificio de suministro de líquido de una placa de recubrimiento y para almacenar el líquido descargado desde un orificio de descarga de líquido de la placa de recubrimiento;

15 una bomba de presión (28) para empujar y suministrar el líquido desde el tanque de líquido hasta el orificio de suministro de líquido; y una bomba de aspiración (29) para aspirar y descargar el líquido desde el orificio de descarga de líquido hasta el interior del tanque de líquido.

9.Un aparato de chorro de líquido según la reivindicación 8, que comprende además, en una trayectoria entre el orificio de descarga de líquido y el tanque de líquido, una unidad de desaireación que tiene una función de desaireación.

10.Un procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido (1), que comprende:

20 una etapa de procesamiento de muescas que forma, en una superficie de una placa piezoeléctrica (4), una muesca profunda alargada (5a) que tiene una mayor profundidad y una muesca poco profunda (5b) que tiene una menor profundidad, cada una de las cuales tiene una forma convexa en una dirección de profundidad;

una etapa de acoplamiento de placa de recubrimiento que acopla una placa de recubrimiento (8) que comprende un orificio de suministro de líquido y un orificio de descarga de líquido a una superficie de la placa piezoeléctrica;

25 una etapa de procesamiento de corte que somete otra superficie (17) de la placa piezoeléctrica a un procesamiento de corte para abrir de ese modo una punta de la forma convexa de las muescas profundas; y

una etapa de acoplamiento de placa de boquillas que acopla una placa de boquillas (2), en la que está formada una boquilla (3) para expulsar el líquido, a la otra superficie de la placa piezoeléctrica sometida al corte de manera que la boquilla y la muesca profunda se comunican entre sí.

30 11.Un procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido según la reivindicación 10, que comprende además una etapa de acoplamiento de elemento de canal que acopla un elemento de canal (8), que comprende: una cámara de suministro de líquido (9) para almacenar el líquido que va a suministrarse al orificio de suministro de líquido; y una cámara de descarga de líquido (10) para almacenar el líquido descargado desde el orificio de descarga de líquido, a una superficie opuesta a la placa piezoeléctrica de la placa de recubrimiento.

35

Fig.1

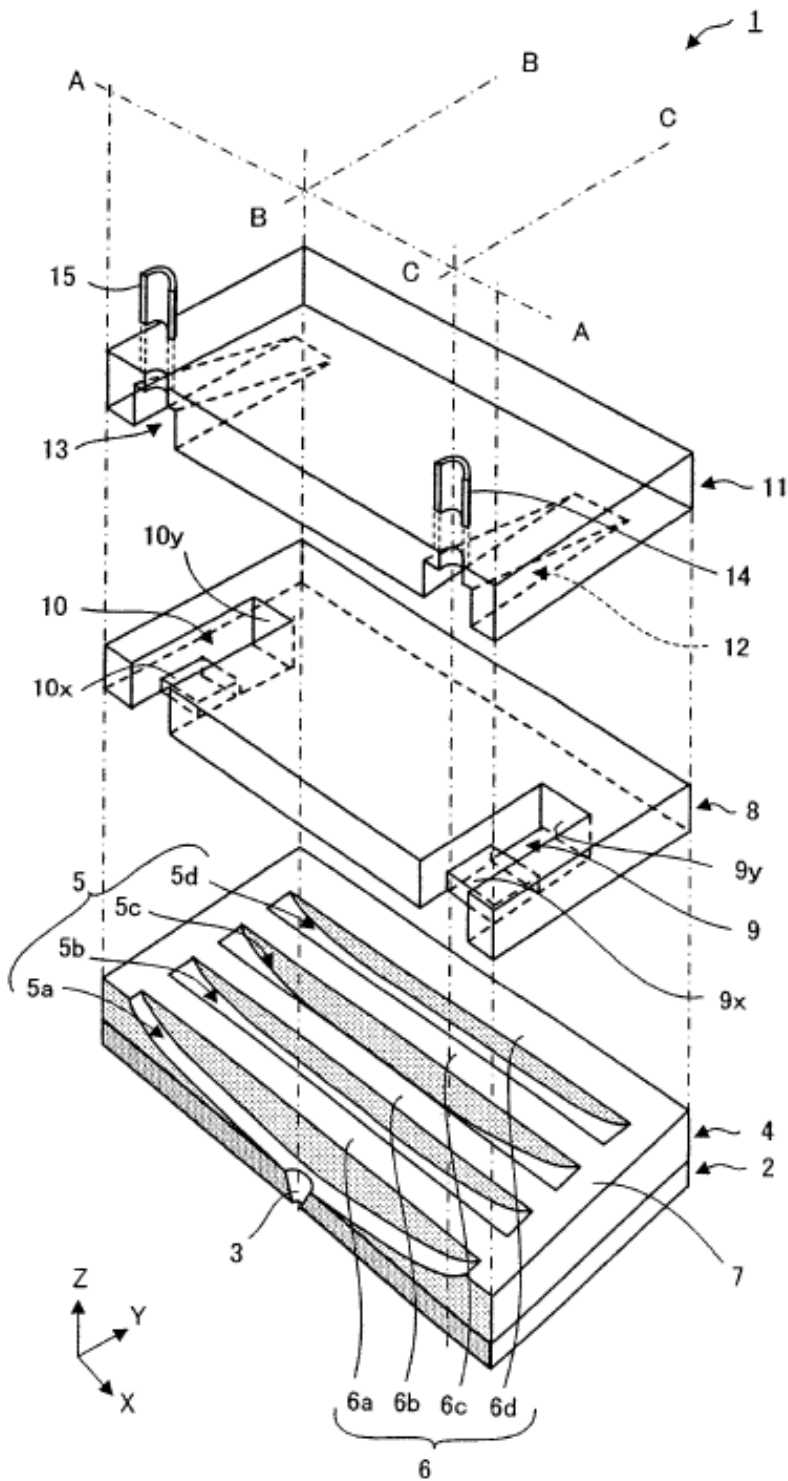


Fig.2A

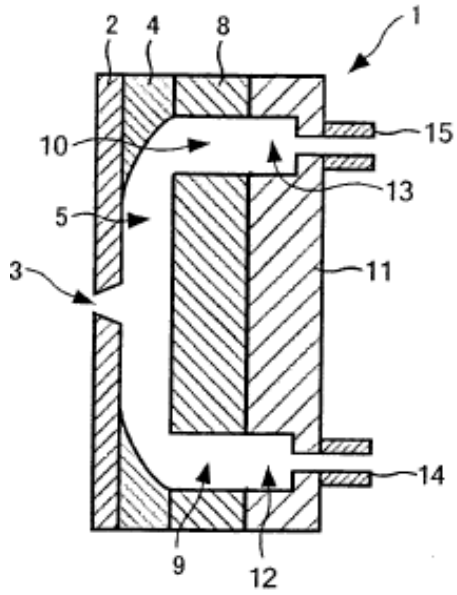


Fig.2B

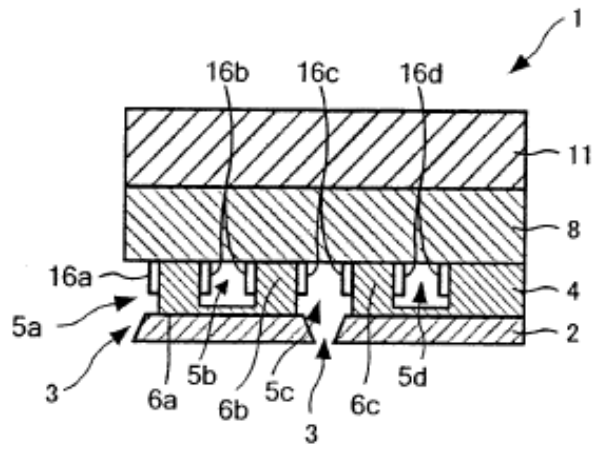


Fig.2C

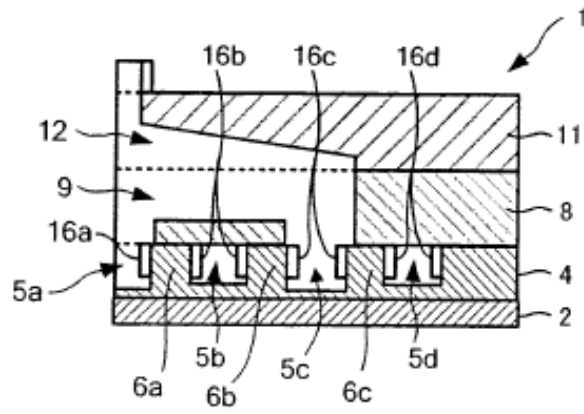


Fig.3

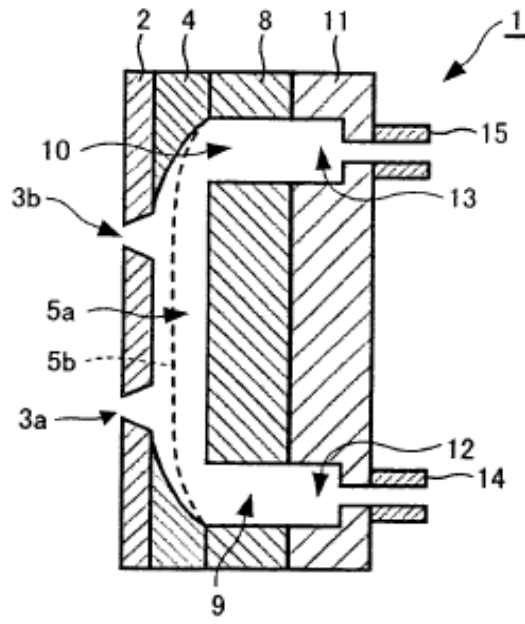


Fig.4

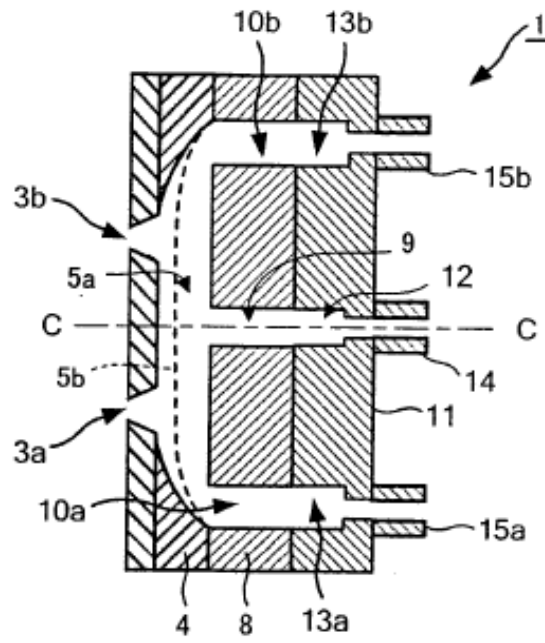


Fig.5A

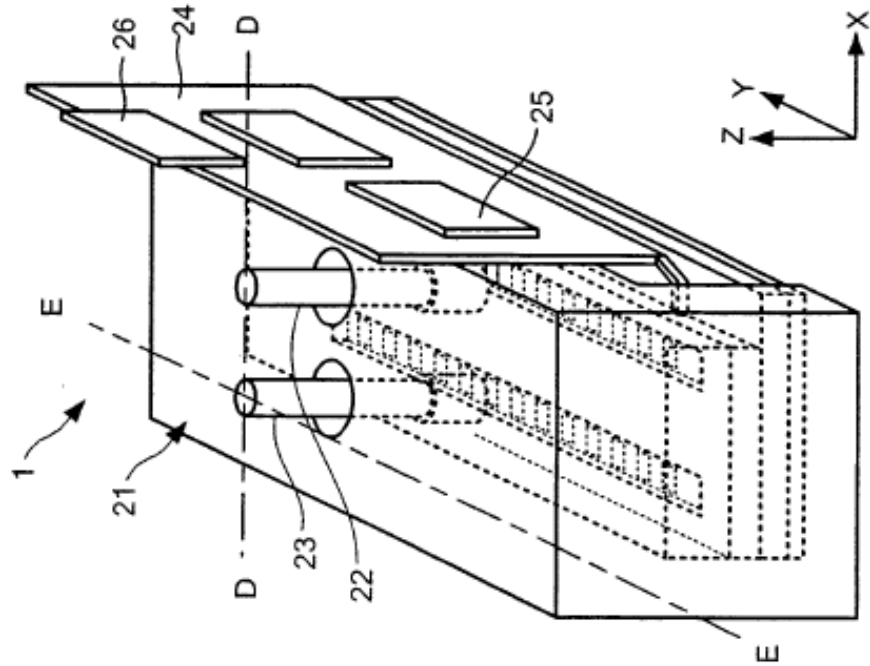


Fig.5B

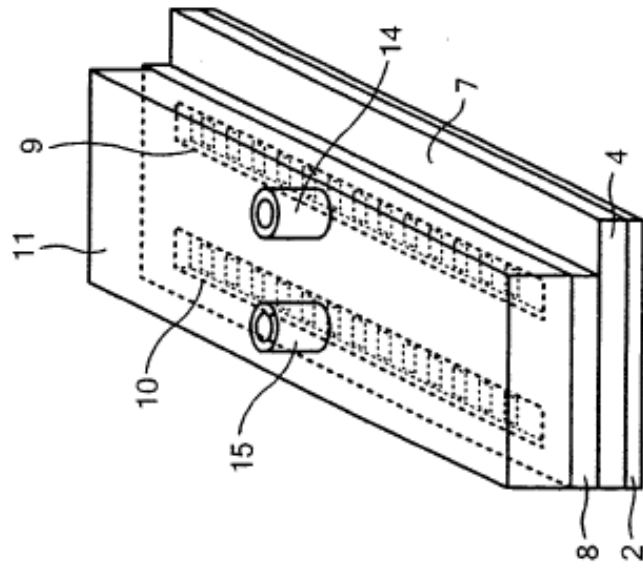


Fig.6A

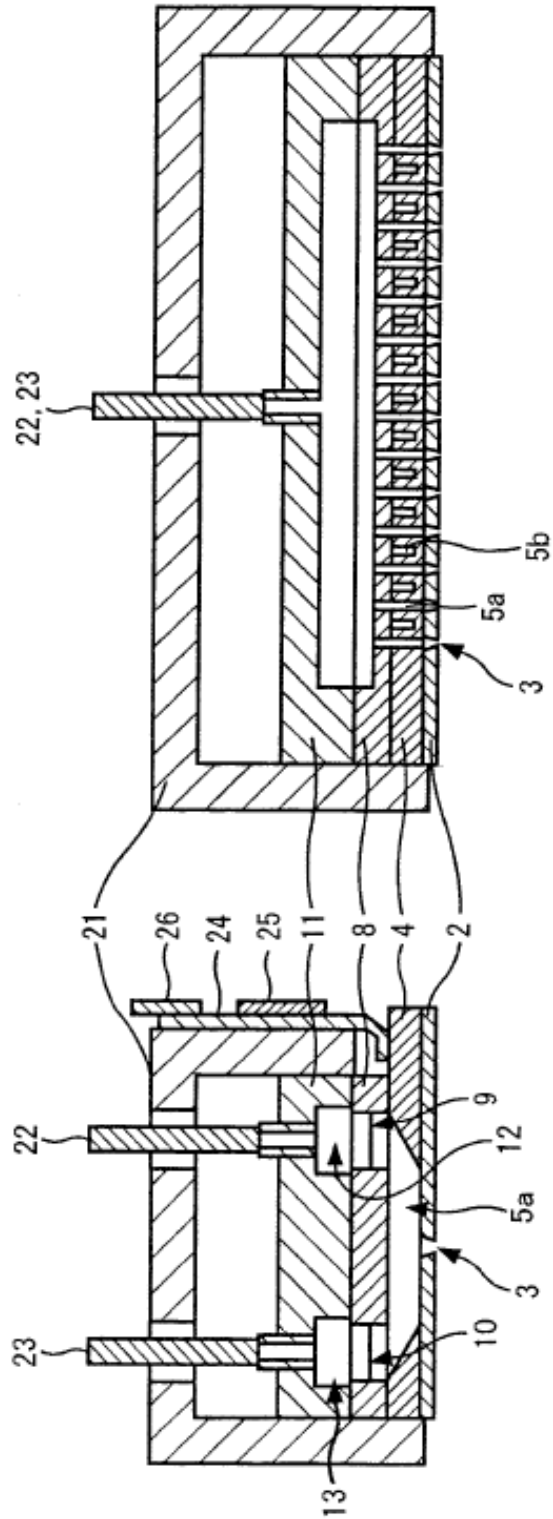


Fig.6B

Fig.7

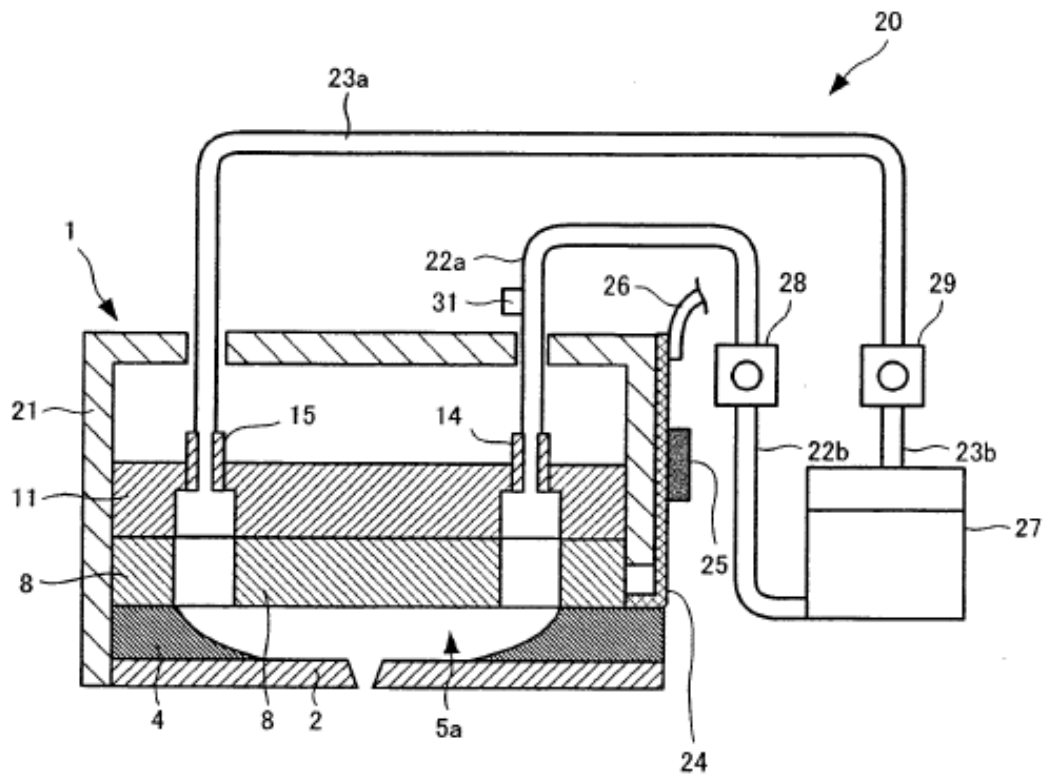




Fig.8A

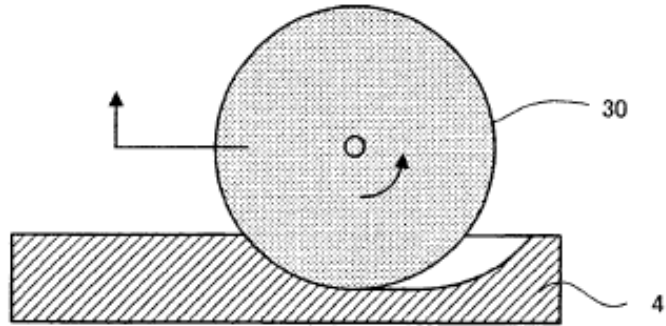


Fig.8B

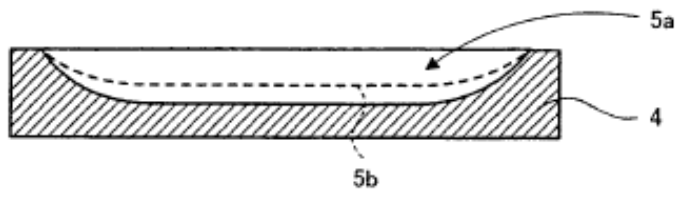


Fig.8C

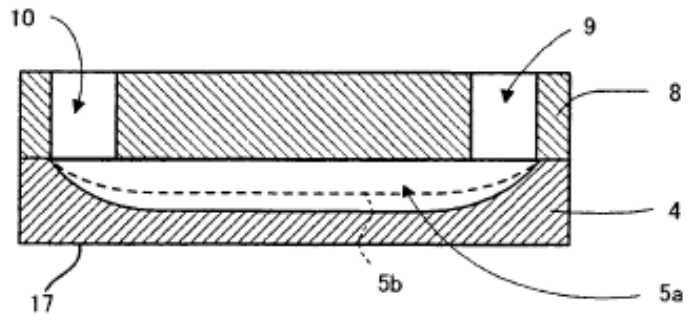


Fig.8D

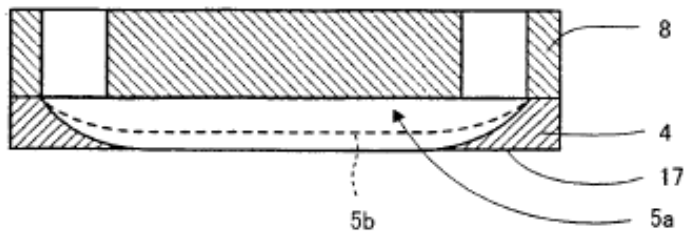


Fig.8E

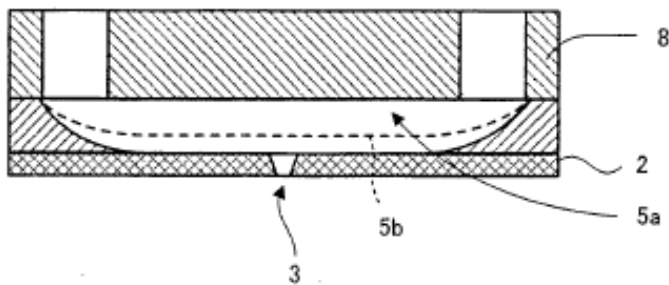


Fig.9

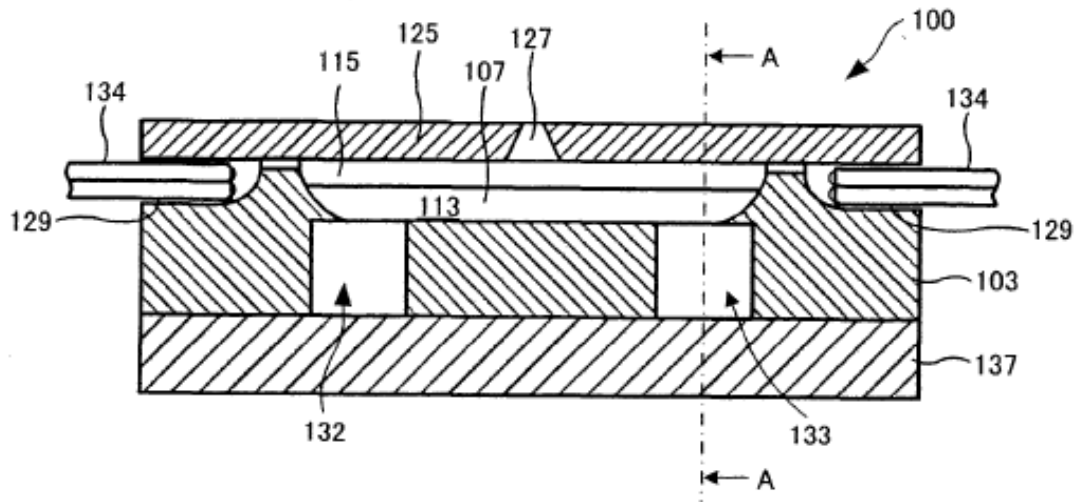


Fig.10

