

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 474 141**

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: **17.02.2012** **E 12156017 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014** **EP 2492095**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro líquido, un cabezal de chorro de líquido y un aparato de chorro de líquido**

30 Prioridad:

23.02.2011 JP 2011037346

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

08.07.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

KOSEKI, OSAMU

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 474 141 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

Procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido, un cabezal de chorro de líquido y un aparato de chorro de líquido.

5

La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido que expulsa gotas de líquido para su registro en un medio de registro, y más particularmente, a un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido en el que los canales de expulsión y los canales falsos se disponen de forma alterna en paralelo entre sí, un cabezal de chorro de líquido, y un aparato de chorro de líquido.

10

En los últimos años, se ha usado un cabezal de chorro de líquido del tipo de chorro de tinta que expulsa gotas de tinta sobre un papel de registro y similares, para dibujar letras y diagramas, o expulsa un material líquido sobre una superficie de un sustrato de elemento para formar una película fina funcional. El cabezal de chorro de líquido de este tipo se suministra con tinta o un material líquido desde un depósito de líquido a través de un tubo de suministro, y se hace eyectar la tinta o el material líquido cargado en los canales del mismo desde toberas comunicadas con los canales. En el momento de la expulsión de tinta, el cabezal de chorro de líquido y un medio de registro para registrar el líquido lanzado a chorro se mueven, para registrar así las letras y diagramas o formarla película fina funcional en una forma predeterminada. Como un cabezal de chorro de líquido de este tipo, se conoce un cabezal de chorro de líquido del tipo de un modo compartido. En un cabezal de chorro de líquido de este tipo del tipo de modo compartido, se forman de manera alterna canales de expulsión y canales falsos en una superficie de un sustrato piezoeléctrico, y, deformando instantáneamente una pared divisora entre un canal de expulsión y un canal falso, se provoca la eyección de una gota de líquido desde el canal de expulsión.

15

20

25

La fig. 8 ilustra una estructura en sección transversal de un cabezal de chorro de tinta descrito en la solicitud de patente Japonesa abierta a consulta por el público N° 2000-168094. Un cabezal de chorro de tinta 100 incluye una pared inferior 124 que tiene canales de expulsión 112 y canales falsos 111 formados de forma alterna en la misma y una pared superior 110 dispuesta sobre una superficie superior de la pared inferior 124. Una pared lateral piezoeléctrica 103 se forma entre un canal de expulsión 112 y un canal falso 111. La pared lateral piezoeléctrica 103 incluye una porción de pared superior 125 que es una mitad superior de la misma y una porción de pared inferior 126 que es una mitad inferior de la misma. La porción de pared superior 125 esta polarizada en una dirección ascendente mientras que la porción de pared inferior 126 está polarizada en una dirección descendente. Los electrodos 105 se forman sobre superficies de pared de las paredes laterales piezoeléctricas respectivas 103. Los electrodos 105B que están conectados eléctricamente entre si se forman sobre las superficies de las paredes laterales piezoeléctricas 103 formando un canal de expulsión 112, mientras que los electrodos 105A que están eléctricamente separados entre sí se forman sobre las superficies de las paredes laterales piezoeléctricas 103 formando un canal falso 111. Una tobera plana (no mostrada) se dispone sobre una superficie frontal del cabezal de chorro de tinta 100, y se forman las toberas 116 para comunicar con los canales de expulsión 112, respectivamente, en la tobera plana.

30

35

40

45

El cabezal de chorro de tinta 100 se acciona como se indica a continuación. Se aplica tensión entre los electrodos 105B dispuestos en un canal de expulsión 112 y los electrodos 105A formados sobre las superficies laterales en el lado del canal de expulsión 112 de dos canales falsos 111 situados en cada lado del canal de expulsión 112. Después, se provoca una deformación por cizalladura del espesor piezoeléctrico en las paredes laterales piezoeléctricas 103 en direcciones de aumento de la capacidad del canal de expulsión 112. Después del paso de un periodo de tiempo predeterminado, se detiene la aplicación de tensión, la capacidad del

50

canal de expulsión 112 cambia del estado aumentado a un estado natural, se aplica presión a la tinta en el canal de expulsión 112, y se eyecta una gota de tinta desde la tobera 116.

5 El cabezal de chorro de tinta 100 se fabrica como se indica a continuación. En primer lugar, se adhiere una capa de cerámica piezoeléctrica que esta polarizada en la dirección ascendente se adhiere a otra capa de cerámica piezoeléctrica que está polarizada en la dirección descendente para formar un sustrato actuador 102. Después, se forman acanaladuras en paralelo entre sí en el sustrato actuador 102 mediante el corte con un cortador con punta de diamante o similar, para formar las paredes laterales piezoeléctricas 103 incluyendo las porciones de pared superior 125 y las porciones de pared inferior 126. Los electrodos 105A y 105B se forman mediante deposición al vacío o similar, en superficies laterales de las paredes laterales piezoeléctricas 103 formadas de este modo. Sin embargo, es necesario separar eléctricamente los electrodos 105A en las paredes laterales piezoeléctricas 103 de un canal falso 111 con el fin de poder accionar de forma independiente los canales de expulsión adyacentes 112. Por lo tanto, usando un láser o un cortador con punta de diamante de un lado de apertura de la pared lateral piezoeléctrica 103, se forma una acanaladura de separación 118 en el electrodo formado sobre una superficie inferior de un canal falso 111 para separar eléctricamente los electrodos 105A sobre la pared lateral derecha y la pared lateral izquierda.

20 Sin embargo, lleva mucho tiempo aplicar un haz láser en cada uno de los canales falsos 111 o insertar un cortador con punta de diamante que sea más fino que la anchura de los canales falsos 111 en cada uno de los canales falsos 111 para cortar los electrodos al formar las acanaladuras de separación 118. Adicionalmente, según el paso de los canales de expulsión 112 disminuye y los canales falsos 111 se hacen más estrechos, la alineación del haz láser o el cortador con punta de diamante se hace bastante difícil. Aún adicionalmente, algunos problemas se hacen evidentes, incluyendo que un haz láser no alcanza la superficie inferior de un canal falso 111, que un haz láser también se aplica a una superficie superior de una pared lateral piezoeléctrica 103, y que el espesor requerido del cortador con punta de diamante es demasiado pequeño de fabricar.

30 El documento JP 2001-096743 describe un cabezal de chorro de líquido que comprende una serie de acanaladuras de tinta y una serie de acanaladuras falsas. La separación de los dos tipos de acanaladuras (véase la fig. 13) es un septo que consiste en una primera capa piezoeléctrica y una segunda capa piezoeléctrica. Se une una tobera plana a una superficie superior de la segunda capa piezoeléctrica, mientras que se une un sustrato base a una superficie inferior de la primera capa piezoeléctrica. Las acanaladuras falsas, pero no las acanaladuras de tinta, perforan la totalidad de la primera capa piezoeléctrica. Los electrodos sobre las paredes laterales de las acanaladuras falsas continúan hasta el sustrato base. Puede usarse óxido de aluminio para el sustrato base y PZT para el primer y segundo sustratos piezoeléctricos.

45 La presente invención se ha hecho en vista de los problemas que se han mencionado anteriormente, y un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido en el que los electrodos formados sobre las superficies inferiores de los canales falsos 111 se eliminan de forma colectiva sin usar un haz láser o un cortador con punta de diamante.

50 Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención es como se define en la reivindicación 1.

Adicionalmente, en la etapa de formación de acanaladuras, al menos un extremo de las acanaladuras de salida se forma hasta puntos que están en el interior de una periferia externa

del sustrato piezoeléctrico, y las acanaladuras falsas se forman a la periferia externa del sustrato piezoeléctrico.

5 Adicionalmente, el procedimiento incluye adicionalmente: después de la etapa de formación de sustrato apilado, una etapa de formación de un patrón de película de resina para formar un patrón de una película de resina sobre una superficie del sustrato piezoeléctrico; y, después de la etapa de depósito del material de electrodo, una etapa de descascarillado de la película de resina para eliminar la película de resina y formar electrodos de accionamiento sobre las superficies laterales de las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas, y formar
10 electrodos de extracción sobre la superficie del sustrato piezoeléctrico.

Adicionalmente, en la etapa de formación de acanaladuras, las acanaladuras falsas se forman para ser más profundas que las acanaladuras de salida, y en la etapa de eliminación del primer sustrato base, una parte del primer sustrato base se deja bajo las acanaladuras de salida.
15

Adicionalmente, el primer sustrato base incluye un material piezoeléctrico, y el segundo sustrato base incluye un material de constante dieléctrica baja que tiene una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material piezoeléctrico.

20 Un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención tiene las características expuestas en la reivindicación 6.

Adicionalmente, el primer sustrato base incluye un material piezoeléctrico, el sustrato piezoeléctrico está polarizado en una dirección perpendicular a una superficie del mismo, y el primer sustrato base está polarizado en una dirección opuesta a la dirección de polarización del sustrato piezoeléctrico.
25

Adicionalmente, el primer sustrato base incluye un material piezoeléctrico, y el segundo sustrato base incluye un material de constante dieléctrica baja que tiene una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material piezoeléctrico.
30

Adicionalmente, las acanaladuras de salida se forman desde una superficie lateral hasta puntos antes de otra superficie lateral del sustrato apilado, y las acanaladuras falsas se forman desde una superficie lateral a la otra superficie lateral.
35

Un aparato de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención incluye: uno cualquiera de los cabezales de chorro de líquido que se ha descrito anteriormente; un mecanismo móvil para oscilar el cabezal de chorro de líquido; un tubo de suministro de líquido para suministrar líquido al cabezal de chorro de líquido; y un depósito de líquido para suministrar el líquido al tubo de suministro de líquido.
40

El procedimiento de acuerdo con la invención puede eliminar la necesidad de alineación de alta precisión de un haz láser o un cortador con punta de diamante para separar eléctricamente el material de electrodo depositado en las superficies inferiores de las acanaladuras falsas.
45 Adicionalmente, incluso cuando el paso de los canales de expulsión y los canales falsos disminuye y los canales de expulsión y los canales falsos se vuelven más estrechos, los electrodos pueden separarse. Aún adicionalmente, los electrodos de muchos canales falsos pueden separarse de forma conjunta y, por lo tanto, puede reducirse el tiempo de fabricación.

50 Ahora se describirán realizaciones de la presente invención únicamente a modo de ejemplo adicionalmente y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la fig. 1 es un diagrama de flujo de procesos que ilustra un procedimiento básico de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención;
- 5 la fig. 2 es un diagrama de flujo de procesos que ilustra un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una primera realización de la presente invención;
- 10 las figs. 3 son diagramas ejemplares para ilustrar el procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la primera realización de la presente invención;
- 15 las figs. 4 son diagramas explicativos para ilustrar el procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la primera realización de la presente invención;
- 20 las figs. 5 son diagramas explicativos para ilustrar el procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la primera realización de la presente invención;
- la fig. 6 es un diagrama explicativo de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;
- 25 la fig. 7 es una vista en perspectiva esquemática de un aparato de chorro de líquido de acuerdo con una tercera realización de la presente invención; y
- la fig. 8 ilustra una superficie en sección transversal de un cabezal de chorro de líquido conocido convencionalmente.

30 La fig. 1 es un diagrama de flujo de procesos que ilustra un procedimiento básico de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la presente invención. En primer lugar, en una etapa de formación de sustrato apilado S1, un sustrato piezoeléctrico se une sobre un primer sustrato base. Como el sustrato piezoeléctrico, puede usarse un sustrato cerámico formado de titanato zirconato de plomo (PZT) o BaTiO₃. Como el primer sustrato base, puede usarse un material piezoeléctrico, tal como cerámica PZT. Adicionalmente, como el primer sustrato base, también puede usarse un material no piezoeléctrico. El sustrato piezoeléctrico y el primer sustrato base se unen entre sí con un adhesivo. El sustrato piezoeléctrico se somete par adelantado a un tratamiento de polarización en una dirección de la normal con respecto a una superficie del sustrato. Cuando se usa un material piezoeléctrico como el primer sustrato base, el primer sustrato base se somete por adelantado a un tratamiento de polarización en una dirección opuesta a la dirección de polarización del sustrato piezoeléctrico.

45 A continuación, en una etapa de formación acanaladuras S2, se forman de manera alterna en paralelo entre sí acanaladuras de salida para formar canales que sirven para expulsar líquido y acanaladuras falsas para formar canales falsos que no expulsan líquido. En este caso, las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas se forman a profundidades para perforar el sustrato piezoeléctrico y alcanzar el primer sustrato base. En el caso de formar canales de expulsión de un tipo cheurón en los que se apilan materiales piezoeléctricos que tienen direcciones de polarización que se oponen entre sí, se usa un material piezoeléctrico, tal como cerámica PZT como el primer sustrato base y las acanaladuras de salida se forman de manera que el borde entre el sustrato piezoeléctrico y el primer sustrato base es aproximadamente la mitad de la profundidad de los canales de expulsión. Obsérvese que, en el caso de usar un material no piezoeléctrico como el primer sustrato base, además, las acanaladuras de salida se

5 forman de manera que el borde entre el sustrato piezoeléctrico y el primer sustrato base sea aproximadamente la mitad de la profundidad de los canales de expulsión. Las acanaladuras falsas se forman para tener una profundidad que es casi igual a, o superior que la profundidad de las acanaladuras de salida. Al menos un extremo de las acanaladuras de salida se forma hasta puntos que están en el interior de la periferia externa del sustrato piezoeléctrico, y las acanaladuras falsas pueden formarse en línea recta desde un extremo al otro extremo del sustrato piezoeléctrico, es decir, hasta la periferia externa del sustrato apilado. Las acanaladuras pueden formarse usando una cuchilla de corte en dados.

10 Después, en una etapa de depósito del material de electrodo S3, un material de electrodo se deposita sobre una superficie del sustrato piezoeléctrico que es opuesta al lateral del primer sustrato base (en lo sucesivo en el presente documento, denominada como una superficie superior del sustrato piezoeléctrico) y sobre las superficies internas de las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas. Un material metálico puede depositarse mediante pulverización o deposición al vapor. También puede usarse un baño metálico para depositar un material metálico. A continuación, en una etapa de unión de una cubierta protectora S4, una cubierta protectora se une a la superficie superior del sustrato piezoeléctrico con el fin de cubrir las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas. Como la cubierta protectora, puede usarse el material del sustrato piezoeléctrico. Usando, como el material de la cubierta protectora, el material del sustrato piezoeléctrico bajo la misma, puede hacerse que el coeficiente de expansión térmica sea el mismo y, por lo tanto, pueden suprimirse la deformación y una rotura debido a un cambio de temperatura. Adicionalmente, como la cubierta protectora, puede usarse el material de un segundo sustrato base que se describirá posteriormente. Esto hace que el material piezoeléctrico se intercale entre los sustratos que se forman de un mismo material y, por lo tanto, en este caso, además, puede impedirse una deformación del sustrato debido a una diferencia en el coeficiente de expansión térmica.

30 A continuación, en una etapa de eliminación del primer sustrato base S5, una parte del primer sustrato base que es opuesta al lado sobre el que se une la cubierta protectora se elimina, y el material de electrodo depositado sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas se retira. Esto puede dividir eléctricamente el material de electrodo depositado sobre ambas superficies laterales de una acanaladura falsa. La eliminación de una parte del primer sustrato base puede realizarse mediante molienda usando una molidora o una máquina de amolado de superficie plana y/o por abrasión usando granos abrasivos desde una superficie inferior del primer sustrato base que es opuesto al lado de la cubierta protectora. Como resultado, el material de electrodo puede dividirse eléctricamente de forma conjunta por una pluralidad de las acanaladuras falsas. En otras palabras, no es necesaria una alineación de alta precisión para eliminar el material de electrodo. Adicionalmente, incluso cuando los canales falsos se forman para tener una anchura de acanaladura más pequeña, según el paso de los canales de expulsión y de los canales falsos disminuye y los canales de expulsión y los canales falsos se vuelven más estrechos, el material de electrodo depositado sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas puede eliminarse fácilmente. Aún adicionalmente, la cubierta protectora se une a la superficie superior del sustrato piezoeléctrico y, por lo tanto, incluso cuando las superficies inferiores de las acanaladuras falsas están abiertas, una pared divisora o una acanaladura de salida entre las acanaladuras falsas adyacentes no cae. Obsérvese que, las acanaladuras de salida pueden formarse con el fin de que sean profundas por adelantado de manera que las superficies inferiores de tanto las acanaladuras falsas como de las acanaladuras de salida estén abiertas. Sin embargo, dejando y no eliminando las porciones bajo las superficies inferiores de las acanaladuras de salida, es menos probable que las paredes divisoras entre las acanaladuras se rompan cuando una parte del primer sustrato base se elimina, lo que da como resultado una excelente maleabilidad.

A continuación, en una etapa de unión del segundo sustrato base S6, un segundo sustrato base se une al primer sustrato base para cerrar las aberturas de las acanaladuras falsas. Como el segundo sustrato base, puede usarse el material del primer sustrato base. Por ejemplo, cuando se usa cerámica PZT como el primer sustrato base, puede usarse la misma cerámica PZT que en el segundo sustrato base. Usando el mismo material, el coeficiente de expansión térmica es el mismo y, por lo tanto, pueden suprimirse una deformación y una rotura debido a un cambio de temperatura. Adicionalmente, como el segundo sustrato base, también puede usarse un material de constante dieléctrica baja que tiene una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material piezoeléctrico. Esto puede reducir un cambio de las características de eyección debido al escape de una señal de accionamiento a una pared divisora adyacente causada por el acoplamiento capacitivo entre los canales adyacentes.

Esto puede eliminar la necesidad de alineación de alta precisión con el fin de eliminar el material de electrodo depositado sobre las superficies inferiores de acanaladuras falsas, puede contener un paso reducido y anchura más pequeña de los canales de expulsión y las una los canales falsos, y puede reducir el tiempo de fabricación. Ahora se describen en detalle a continuación realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

(Primera Realización)

La fig. 2 es un diagrama de flujo de procesos que ilustra un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una primera realización de la presente invención. Esta realización es un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de un tipo cheurón. La fig. 2 es diferente de la fig. 1 en que se inserta una etapa de formación de un patrón de película de resina S7 antes de la etapa de formación de acanaladuras S2 y se inserta una etapa de descascarillado de la película de resina S8 después de la etapa de depósito del material de electrodo S3. Esto se porque los electrodos se forman por elevación. Adicionalmente, se incluyen una etapa de unión de tobera plana S9 y una etapa de unión de sustrato flexible S10 después de la etapa de unión del segundo sustrato base S6. Se hace una descripción específica a continuación con referencia a las figs. 3, 4 y 5.

Las figs. 3A a 5P son diagramas explicativos para ilustrar el procedimiento de fabricación de un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la primera realización de la presente invención. La fig. 3A es una vista en sección esquemática de un sustrato apilado 4 después de la etapa de formación de sustrato apilado S1. Un sustrato piezoeléctrico 3 se une sobre un primer sustrato base 2 con un adhesivo. Como el sustrato piezoeléctrico 3, se usa un sustrato cerámico PZT. Como el primer sustrato base 2, se usa un sustrato cerámico PZT que es el mismo que el sustrato piezoeléctrico 3. El sustrato piezoeléctrico 3 y el primer sustrato base 2 se someten por adelantado a un tratamiento de polarización en direcciones perpendiculares a las superficies de los sustratos que son opuestas entre sí, respectivamente.

La fig. 3B es una vista en sección esquemática del sustrato apilado 4 después de la etapa de formación de un patrón de película de resina S7. Después de la etapa de formación de sustrato apilado S1, se forma una película de resina fotosensible, que es una película seca, sobre una superficie superior del sustrato apilado 4. Después, través de una etapa de exposición y una etapa de desarrollo, la película de resina fotosensible se retira de forma selectiva para formar un patrón de una película de resina 12. El patrón de la película de resina 12 se proporciona con el fin de formar por elevación un patrón de electrodos para los electrodos de extracción, y similares, sobre una superficie superior del sustrato piezoeléctrico 3. La película de resina 12 se elimina de las regiones en las que se van a formar electrodos, mientras que la película de resina 12 se deja en las regiones en las que no se van a formar electrodos.

Las figs. 3C y 3D son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de formación de acanaladuras S2. La fig. 3C es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 3D es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Como se ilustra en la fig. 3C, las acanaladuras de salida 5 para formar los canales de expulsión y las acanaladuras falsas 6 para formar los canales falsos se forman de manera alterna en paralelo entre sí. Las acanaladuras de salida 5 se forman para perforar el sustrato piezoeléctrico 3 de manera que la profundidad en el primer sustrato base 2 sea casi igual al espesor del sustrato piezoeléctrico 3. Las acanaladuras falsas 6 se forman para ser más profundas que las acanaladuras de salida 5. Aquí, la anchura de las acanaladuras de salida 5 y la anchura de las acanaladuras falsas 6 es de 20 μm a 50 μm , el espesor del sustrato piezoeléctrico 3 es de 100 μm a 200 μm , y el espesor del primer sustrato base 2 es de 500 μm a 800 μm .

Como se ilustra en la fig. 3D, las acanaladuras de salida 5 se forman desde un extremo frontal FE hasta puntos antes de un extremo posterior RE del sustrato apilado 4. Las acanaladuras falsas 6 se forman en línea recta desde el extremo frontal FE hasta el extremo posterior RE del sustrato apilado 4. Las porciones del extremo posterior de las acanaladuras de salida 5 tienen la forma del contorno de la cuchilla de corte en dados que corta las acanaladuras.

Las figs. 3E y 3F son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de depósito del material de electrodo S3. La fig. 3E es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 3F es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Un material de electrodo 8 se deposita por encima del sustrato apilado 4 mediante, por ejemplo, pulverización. Como el material de electrodo 8, puede usarse un material metálico, tal como aluminio, cromo, níquel o titanio, o un material semiconductor. El material de electrodo 8 puede depositarse, en lugar de pulverización, por deposición al vapor o baño metálico. Como se ilustra en la fig. 3E, el material de electrodo 8 se deposita sobre las superficies laterales y las superficies inferiores de las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6.

Las figs. 4G y 4H son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de descascarillado de la película de resina S8. La fig. 4G es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 4H es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Mediante el descascarillado de la película de resina 12 de la superficie superior del sustrato apilado 4, el material de electrodo 8 depositado sobre la misma también se descascarilla. Esto forma electrodos de accionamiento 13 sobre las superficies laterales de las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6 y forma los electrodos de extracción 14a y 14b sobre la superficie del sustrato apilado 4 en el lado del extremo posterior RE. Los electrodos de extracción 14a se extienden desde las porciones del extremo posterior de las acanaladuras de salida 5 hasta puntos antes del extremo posterior RE, respectivamente, y están conectados eléctricamente a los electrodos de accionamiento 13 formados sobre las superficies laterales de las acanaladuras de salida 5, respectivamente. Los electrodos de extracción 14b se disponen sobre la superficie del sustrato apilado 4 entre el extremo posterior RE y los electrodos de extracción 14a, y cada uno de los electrodos de extracción 14b conecta eléctricamente dos electrodos de accionamiento 13 de las acanaladuras falsas 6 que intercalan una acanaladura de salida 5 en la que los dos electrodos de accionamiento 13 se forman sobre las superficies laterales en el lateral de la acanaladura de salida 5.

Las figs. 4I y 4J son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de unión de una cubierta protectora S4. La fig. 4I es una vista en sección esquemática tomada

a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 4J es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Una cubierta protectora 9 se une a la superficie superior del sustrato apilado 4 con un adhesivo con el fin de cubrir las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6. La cubierta protectora 9 incluye una cámara de suministro de líquido 16 y rendijas 17 que comunican con la cámara de suministro de líquido 16. Las acanaladuras de salida 5 comunican con la cámara de suministro de líquido 16 a través de las rendijas 17, respectivamente. Las acanaladuras falsas 6 no comunican con la cámara de suministro de líquido 16. Par lo tanto, el líquido suministrado a la cámara de suministro de líquido 16 se suministra a las acanaladuras de salida 5.

Las figs. 4K y 4L son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de eliminación del primer sustrato base S5. La fig. 4K es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 4L es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Una parte del primer sustrato base 2 que es opuesta al lado en el que se une la cubierta protectora 9 se elimina para abrir las superficies inferiores de la pluralidad de acanaladuras falsas 6 (aberturas 11), eliminando en conjunto así el material de electrodo 8 depositado sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas 6 (o los electrodos de accionamiento 13b depositados sobre las superficies inferiores). En este caso, las superficies inferiores de las acanaladuras de salida 5 no están abiertas y el primer sustrato base 2 se queda por debajo (los electrodos de accionamiento 13a de ambas superficies laterales de una acanaladura de salida 5 están conectados eléctricamente entre sí). Esto puede separar eléctricamente los electrodos de accionamiento 13b formados sobre ambas superficies laterales de las acanaladuras falsas respectivas 6 al mismo tiempo. Adicionalmente, una pared divisora 18 entre una acanaladura de salida 5 y una acanaladura falsa 6 se une a una superficie inferior de la cubierta protectora 9 y, por lo tanto, cuando una parte del primer sustrato base 2 se elimina para abrir las superficies inferiores de las acanaladuras falsas 6, la pared divisora 18 no se cae. Adicionalmente, el primer sustrato base 2 se deja bajo las superficies inferiores de las acanaladuras de salida 5 y, por lo tanto, puede impedirse que las acanaladuras de salida 5 se rompan cuando el primer sustrato base 2 se elimina. Obsérvese que, el primer sustrato base 2 puede molerse usando una molidora o una máquina de abrasión de superficie plana y/o puede erosionarse usando granos abrasivos para eliminar una parte del mismo.

Las figs. 5M y 5N son vistas en sección esquemáticas del sustrato apilado 4 después de la etapa de unión del segundo sustrato base S6. La fig. 5M es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea ortogonal a las acanaladuras, mientras que la fig. 5N es una vista en sección esquemática tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Un segundo sustrato base 10 se une al primer sustrato base 2 para cerrar las aberturas 11 de las acanaladuras falsas 6 (véase la fig. 4K). Como el segundo sustrato base 10, puede usarse un material piezoeléctrico, o un material de constante dieléctrica baja formado por un óxido o un nitruro que tiene una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material piezoeléctrico. Usando un material de constante dieléctrica baja de este tipo, puede suprimirse el acoplamiento capacitivo entre las acanaladuras de salida adyacentes 5. Esto puede impedir el escape de una serial una serial de accionamiento para accionar una pared divisora adyacente 18a a través del segundo sustrato base 10 hasta una pared divisora 18b para reducir el cambio de las características de eyección debido a una serial fugada.

La fig. 50 es una vista en sección esquemática del sustrato apilado 4 después de la etapa de unión de tobera plana S9, e ilustra una sección tomada a lo largo de una línea en la dirección de las acanaladuras de salida 5. Una tobera plana 19 se une a una cara final en el extremo

frontal FE de una estructura apilada que incluye el segundo sustrato base 10, el sustrato apilado 4 y la cubierta protectora 9. Se forman las toberas 21 en la tobera plana 19. Las toberas 21 se forman en ubicaciones que corresponden a las acanaladuras de salida 5 y comunican con las acanaladuras de salida 5, respectivamente.

5

La fig. 5P es una vista en sección esquemática del sustrato apilado 4 después de la etapa de unión de sustrato flexible S10. Un sustrato flexible 20 que tiene un cableado de electrodos (no se muestra) formado en el mismo, se une a la superficie cercana al extremo posterior RE con un material conductor para conectar eléctricamente los electrodos de extracción 14 y el cableado de electrodos (no se muestra) entre sí. Esto permite suministrar una serial de accionamiento desde un circuito de control (no mostrado) a través del cableado de electrodos y los electrodos de extracción 14 hasta los electrodos de accionamiento 13b formados en las superficies laterales de las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6.

10

Un cabezal de chorro de líquido 1 se fabrica de este modo y, por lo tanto, los electrodos de accionamiento en ambas superficies laterales de las acanaladuras falsas respectivas 6 pueden separarse en conjunto eléctricamente sin necesidad de alineación de alta precisión. Por lo tanto, puede contenerse un paso reducido y una anchura más pequeña de los canales. Obsérvese que, en la realización que se ha descrito anteriormente, las acanaladuras falsas 6 se forman para ser más profundas que las acanaladuras de salida 5 y únicamente se elimina el material de electrodo sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas 6, pero la presente invención no se limita a la misma. Tanto las acanaladuras de salida 5 como las acanaladuras falsas 6 pueden formarse con el fin de ser más profundas y tanto el material de electrodo sobre las superficies inferiores de las acanaladuras de salida 5 como el material de electrodo sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas 6 puede eliminarse. En este caso, el material de electrodo depositado sobre ambas superficies laterales de una acanaladura de salida 5 (o los electrodos de accionamiento 13) se conectan eléctricamente entre sí por el electrodo de extracción 14a o el material de electrodo depositado sobre una superficie inferior con forma de arco y achaflanada de la acanaladura de salida 5.

20

25

30

(Segunda Realización)

La fig. 6 es una vista en perspectiva despiezada del cabezal de chorro de líquido 1 de acuerdo con una segunda realización de la presente invención, que está formado mediante el procedimiento de fabricación del cabezal de chorro de líquido 1 de acuerdo con la presente invención. Se usan números de referencia similares para designar miembros similares o miembros que tienen funciones similares.

35

Como se ilustra en la fig. 6, el cabezal de chorro de líquido 1 incluye el sustrato apilado 4 que tiene el primer sustrato base 2 y el sustrato piezoeléctrico 3 unido en el mismo, el segundo sustrato base 10 unido a una superficie inferior del sustrato apilado 4, la cubierta protectora 9 unida a la superficie superior del sustrato apilado 4, la tobera plana 19 unida al extremo frontal FE del sustrato apilado 4, y el sustrato flexible 20 adherido a la superficie superior cerca del extremo posterior RE del sustrato apilado 4. El sustrato piezoeléctrico 3 se une sobre el primer sustrato base 2 con un adhesivo. Las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6 que perforan el sustrato piezoeléctrico 3 para alcanzar el primer sustrato base 2 se forman de manera alterna en la superficie del sustrato apilado 4 en paralelo entre sí. Las acanaladuras de salida 5 se forman desde el extremo frontal FE hasta puntos antes del extremo posterior RE del sustrato apilado 4. Las acanaladuras falsas 6 se forman en línea recta desde el extremo frontal FE hasta el extremo posterior RE del sustrato apilado 4. Una parte del primer sustrato base 2 permanece bajo las superficies inferiores de las acanaladuras de salida 5. Las acanaladuras falsas 6 se forman para ser más profundas que las acanaladuras de salida 5.

40

45

50

La cubierta protectora 9 se une a la superficie superior del sustrato apilado 4 con el fin de cubrir las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6. La cubierta protectora 9 incluye la cámara de suministro de líquido 16 y las rendijas 17 que comunican con la cámara de suministro de líquido 16 para suministrar el líquido a las acanaladuras de salida 5, respectivamente. Los electrodos de accionamiento 13a se forman sobre ambas superficies laterales de una acanaladura de salida 5 y se conectan eléctricamente entre sí. Los electrodos de accionamiento 13b formados sobre ambas superficies laterales de una acanaladura falsa 6 se separan eléctricamente eliminando una porción inferior del primer sustrato base 2. Las porciones inferiores de las acanaladuras falsas 6 que se abren eliminando parcialmente el primer sustrato base 2 se cierran por el segundo sustrato base 10.

El cabezal de chorro de líquido 1 incluye adicionalmente la tobera plana 19 unida a la cara final del extremo frontal FE del sustrato apilado 4, y el sustrato flexible 20 unido a la superficie cerca del extremo posterior RE del sustrato apilado 4. La tobera plana 19 incluye las toberas 21 que comunican con las acanaladuras de salida 5, respectivamente. El sustrato flexible 20 incluye el cableado de electrodos (no se muestra) que está conectado eléctricamente a los electrodos de extracción 14 formados sobre la superficie cercana al extremo posterior RE del sustrato apilado 4.

El cabezal de chorro de líquido 1 funciona como se indica a continuación. Cuando se suministra líquido desde un depósito de líquido a la cámara de suministro de líquido 16, las acanaladuras de salida respectivas 5 se llenan con el líquido a través de las rendijas 17. Los electrodos de accionamiento 13a formados sobre ambas superficies laterales de las acanaladuras de salida respectivas 5 se conectan a tierra (GND) a través de los electrodos de extracción 14a y el cableado de electrodos que se forma en el sustrato flexible 20. Cuando se proporcionan señales de accionamiento suministradas desde el circuito de control a los electrodos de accionamiento 13b formados sobre las superficies laterales de las acanaladuras falsas 6 a través del cableado de electrodos formado en el sustrato flexible 20 y los electrodos de extracción 14b, las paredes divisoras 18 se deforman, y el líquido cargado en las acanaladuras de salida 5 se eyecta desde las toberas 21. Esto hace que se produzca un registro con el líquido sobre un medio de registro.

Esta estructura permite que el cabezal de chorro de líquido 1 elimine el material de electrodo depositado sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas 6 sin usar un rayo láser o un cortador con punta de diamante y, por lo tanto, puede conseguirse fácilmente un paso reducido y una anchura más pequeña de los canales de expulsión y los canales falsos, y puede proporcionarse el cabezal de chorro de líquido 1 que tiene toberas que se disponen con alta densidad. En particular, la presente invención es adecuada para un cabezal de chorro de líquido de alta densidad que tiene una anchura de acanaladura de 20 μm a 50 μm . Obsérvese que, en la realización que se ha descrito anteriormente, como el primer sustrato base 2, puede usarse el material piezoeléctrico del sustrato piezoeléctrico 3. En este caso, el sustrato piezoeléctrico 3 está polarizado en la dirección perpendicular a la superficie del mismo, mientras que el primer sustrato base 2 está polarizado en la dirección opuesta a la dirección de polarización del sustrato piezoeléctrico 3. Esto puede formar el cabezal de chorro de líquido 1 de un tipo cheurón. Adicionalmente, como el segundo sustrato base 10, puede usarse un material de constante dieléctrica baja que tiene una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material piezoeléctrico. Esto puede suprimir el acoplamiento capacitivo entre las paredes divisoras adyacentes 18 para reducir el escape de una señal de accionamiento. Adicionalmente, las acanaladuras de salida 5 pueden formarse con el fin de ser tan profundas como las acanaladuras falsas 6, y el segundo sustrato base 10 puede cerrar las porciones inferiores de las acanaladuras de salida 5 y las acanaladuras falsas 6.

(Tercera Realización)

La fig. 7 es una vista esquemática en perspectiva de un aparato de chorro de líquido 50 de acuerdo con una tercera realización de la presente invención. El aparato de chorro de líquido 50 usa el cabezal de chorro de líquido 1 que se ha descrito anteriormente en la primera o la segunda realización. El aparato de chorro de líquido 50 incluye un mecanismo móvil 63 para oscilar los cabezales de chorro de líquido 1y 1', los tubos de suministro de líquido 53 y 53' para suministrar líquido a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' respectivamente, y los depósitos de líquido 51 y 51' para suministrar el líquido a los tubos de suministro de líquido 53 y 53', respectivamente. Los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', incluyen cada uno un canal de expulsión para expulsar el líquido, una cámara de suministro de líquido para suministrar el líquido al canal de expulsión, y un regulador de presión (no mostrado) para suministrar el líquido a la cámara de suministro de líquido.

A continuación se proporciona una descripción específica. El aparato de chorro de líquido 50 incluye un par de medios de transporte 61 y 62 para transportar un medio de registro 54, tal como papel en una dirección de exploración principal, los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' para expulsar el líquido sobre el medio de registro 54, las bombas 52 y 52' para prensar el líquido almacenado en los depósitos de líquido 51 y 51' para suministrar el líquido a los tubos de suministro de líquido 53 y 53', respectivamente, y el mecanismo móvil 63 para mover los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' con el fin de realizar la exploración en una dirección de sub-exploración ortogonal a la dirección de exploración principal.

El par de medios de transporte 61 y 62 se extiende cada uno en la dirección de sub-exploración, e incluyen un rodillo de rejilla y un rodillo de arrastre que giran con sus superficies de rodillo entrando en contacto entre sí. El rodillo de rejilla y el rodillo de arrastre giran sobre sus ejes por medio de un motor (no mostrado) para transportar el medio de registro 54 intercalado entre los rodillos y la dirección de exploración principal. El mecanismo móvil 63 incluye un par de carriles, de guía 56 y 57 que se extienden en la dirección de sub-exploración, una unidad de carro 58 capaz de deslizarse a lo largo del par de carriles de guía 56 y 57, una correa sin fin 59 a la que se conecta la unidad de carro 58 para mover la unidad de carro 58 en la dirección de sub-exploración, y un motor 60 para hacer girar la correa sin fin 59 a través de poleas (no mostradas).

La unidad de carro 58 tiene la pluralidad de cabezales de chorro de líquido 1 y 1' situados en la misma, y expulsa gotas de líquido de cuatro tipos, por ejemplo, amarillo, magenta, cian y negro. Los depósitos de líquido 51 y 51' almacenan líquido de los colores correspondientes, y suministran el líquido a través de las bombas 52 y 52' y los tubos de suministro de líquido 53 y 53' a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', respectivamente. Una parte de control del aparato de chorro de líquido 50 envía una señal de accionamiento a los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' para hacer que los cabezales de chorro de líquido 1 y 1' expulsen las gotas de líquido de los colores respectivos. La parte de control controla el tiempo para expulsar el líquido de los cabezales de chorro de líquido 1 y 1', la rotación del motor 60 para accionar la unidad de carro 58, y la velocidad de transporte del medio de registro 54, para registrar así letras, diagramas y un patrón arbitrario sobre el medio de registro 54.

La descripción anterior se ha proporcionado únicamente a modo de ejemplo y se apreciara por un experto en la técnica que pueden hacerse modificaciones sin apartarse del alcance de la presente invención.

50

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido, que comprende:

5 una etapa de formación de sustrato apilado (S1) para unir una superficie inferior de un sustrato piezoeléctrico (3) sobre una superficie superior de un primer sustrato base (2) para formar un sustrato apilado (4);
 una etapa de formación de acanaladuras (S2) para formar de forma alterna acanaladuras de salida (5) para canales de expulsión y acanaladuras falsas (6) para
 10 canales falsos en paralelo entre sí, teniendo las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas una profundidad para perforar el sustrato piezoeléctrico y alcanzar el primer sustrato base;
 una etapa de depósito del material de electrodo (S3) para depositar un material de electrodo (8) sobre las superficies internas de las acanaladuras de salida y las
 15 acanaladuras falsas;
 una etapa de unión de una cubierta protectora (S4) para unir una cubierta protectora (9) a una superficie superior del sustrato piezoeléctrico con el fin de cubrir las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas;
 una etapa de eliminación del primer sustrato base (S5) para eliminar una parte del
 20 primer sustrato base en el lado opuesto a la cubierta protectora y eliminar el material de electrodo depositado sobre las superficies inferiores de las acanaladuras falsas; y
 una etapa de unión del segundo sustrato base (S6) para unir un segundo sustrato base (10) a una superficie inferior del primer sustrato base.

25 2. Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la reivindicación 1, en el que, en la etapa de formación de acanaladuras, al menos un extremo de las acanaladuras de salida está formado hasta un punto que está dentro de una periferia externa (RE) del sustrato piezoeléctrico, y las acanaladuras falsas se forman hasta la periferia externa del sustrato piezoeléctrico.

30 3. Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que comprende adicionalmente:

después de la etapa de formación de sustrato apilado, una etapa de formación de un
 35 patrón de película de resina (S7) para formar un patrón de una película de resina (12) sobre una superficie del sustrato piezoeléctrico; y
 después de la etapa de depósito del material de electrodo, una etapa de descascarillado de la película de resina (S8) para eliminar la película de resina y formar electrodos de accionamiento (13) en las superficies laterales de las acanaladuras de salida y las
 40 acanaladuras falsas y formar electrodos de extracción (14) sobre la superficie del sustrato piezoeléctrico.

4. Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que:

45 en la etapa de formación de acanaladuras, las acanaladuras falsas se forman para ser más profundas que las acanaladuras de salida; y
 en la etapa de eliminación del primer sustrato base, una parte del primer sustrato base se deja bajo las acanaladuras de salida.

50 5. Un procedimiento para fabricar un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que:

el primer sustrato base comprende un material piezoeléctrico; y
 el segundo sustrato base comprende un material de constante dieléctrica baja que tiene
 una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material
 piezoeléctrico.

5

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

10

un sustrato apilado (4) que incluye un primer sustrato base (2) y un sustrato
 piezoeléctrico (3), estando una superficie inferior del sustrato piezoeléctrico (3) unida a
 una superficie superior del primer sustrato base (2) con un adhesivo, teniendo el
 sustrato apilado acanaladuras de salida (5) para los canales de expulsión y
 acanaladuras falsas (6) para los canales falsos formados de forma alterna en los
 mismos en paralelo entre sí, teniendo las acanaladuras de salida una profundidad para
 perforar el sustrato piezoeléctrico y para alcanzar el primer sustrato base y perforando
 las acanaladuras falsas el sustrato piezoeléctrico y el primer sustrato base;

15

un segundo sustrato base (10) unido a una superficie inferior del primer sustrato base
 (2) para cerrar las acanaladuras falsas;

20

una cubierta protectora (9) unida a una superficie superior del sustrato piezoeléctrico
 con el fin de cubrir las acanaladuras de salida y las acanaladuras falsas;

primeros electrodos de accionamiento (13a) que están formados sobre ambas
 superficies laterales de las acanaladuras de salida respectivas y que están conectados
 eléctricamente entre sí; y

25

segundos electrodos de accionamiento (13b) que están formados sobre ambas
 superficies laterales de las acanaladuras falsas respectivas y que se separan
 eléctricamente entre sí;

caracterizado porque:

los segundos electrodos de accionamiento (13b) terminan en la superficie inferior del
 primer sustrato base (2).

30

7. Un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la reivindicación 6, en el que:

el primer sustrato base comprende un material piezoeléctrico; y el sustrato
 piezoeléctrico está polarizado en una dirección perpendicular a una superficie del
 mismo, y el primer sustrato base está polarizado en una dirección opuesta a la dirección
 de polarización del sustrato piezoeléctrico.

35

8. Un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, en el que:

el primer sustrato base comprende un material piezoeléctrico; y
 el segundo sustrato base comprende un material de constante dieléctrica baja que tiene
 una constante dieléctrica que es menor que una constante dieléctrica del material
 piezoeléctrico.

40

9. Un cabezal de chorro de líquido de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8,
 en el que:

45

las acanaladuras de salida se forman desde una superficie lateral (FE) hasta puntos
 antes de otra superficie lateral (RE) del sustrato apilado; y

las acanaladuras falsas se forman desde la superficie lateral (FE) hasta la otra
 superficie lateral (RE).

50

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

- 5
- el cabezal de chorro de líquido (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9;
 - un mecanismo móvil (63) para oscilar el cabezal de chorro de líquido;
 - un tubo de suministro de líquido (53) para suministrar líquido al cabezal de chorro de líquido; y
 - un depósito de líquido (51) para suministrar el líquido al tubo de suministro de líquido.

Fig.1

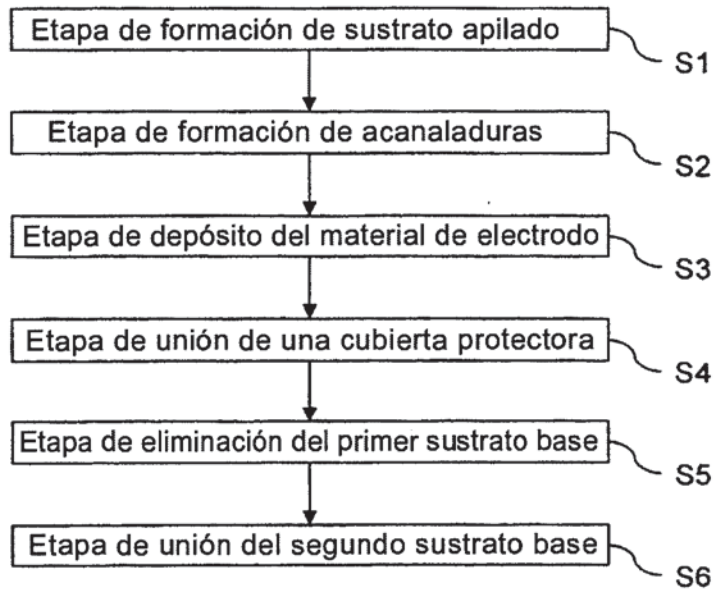
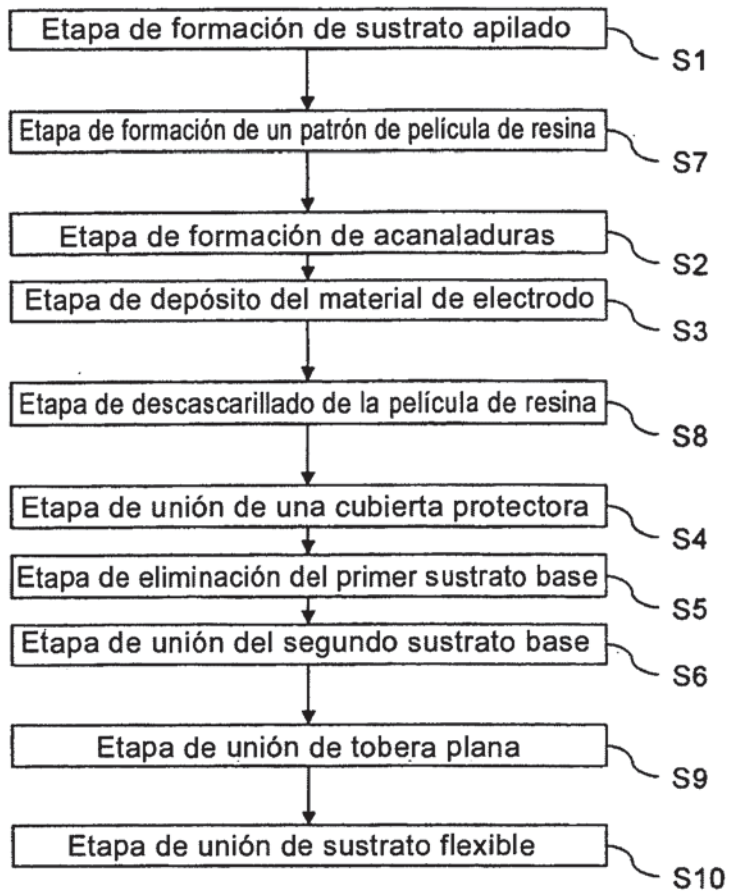
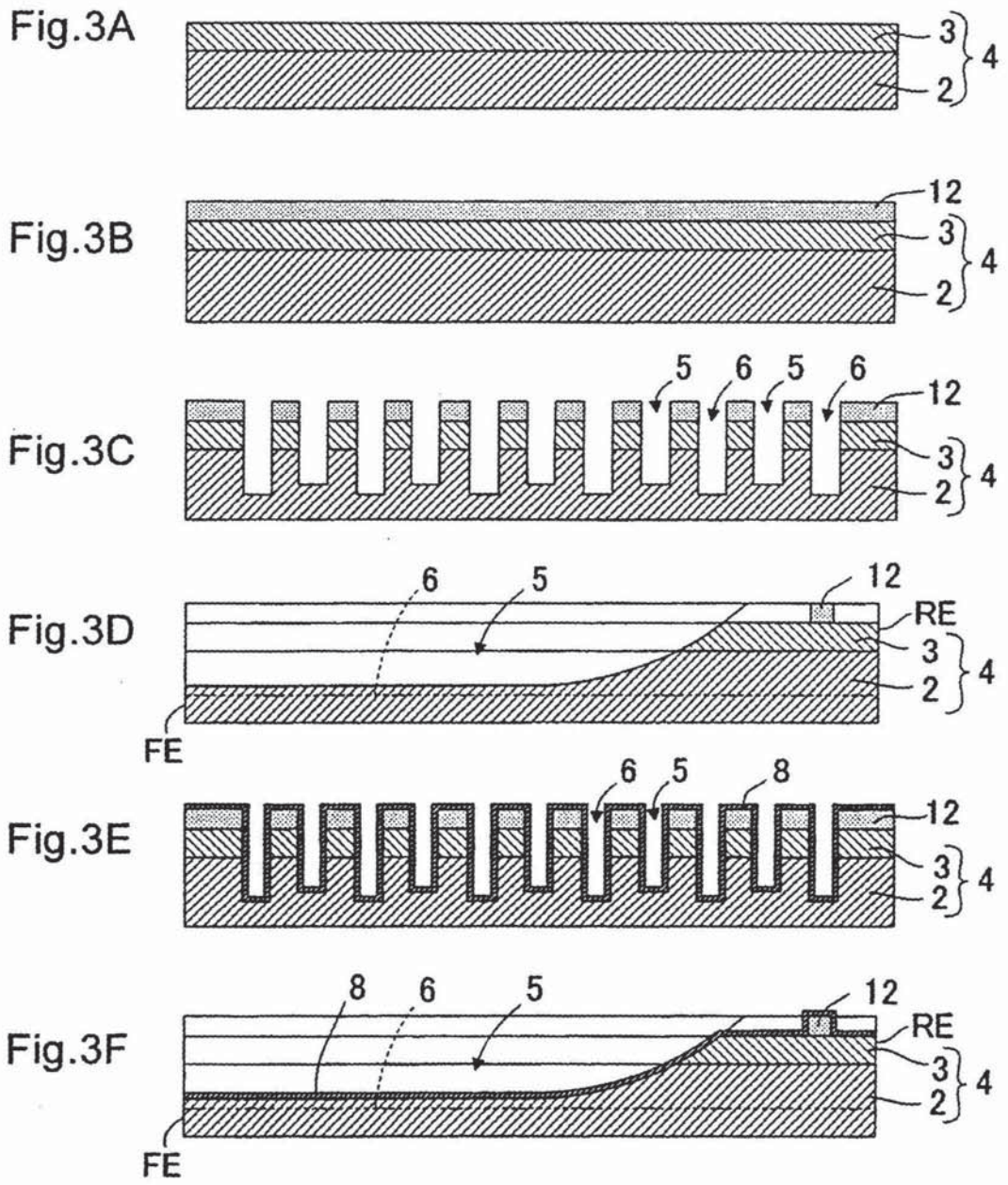
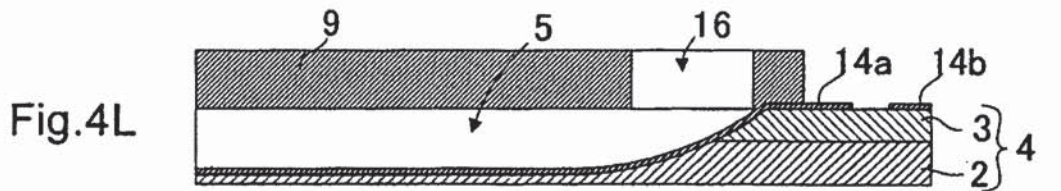
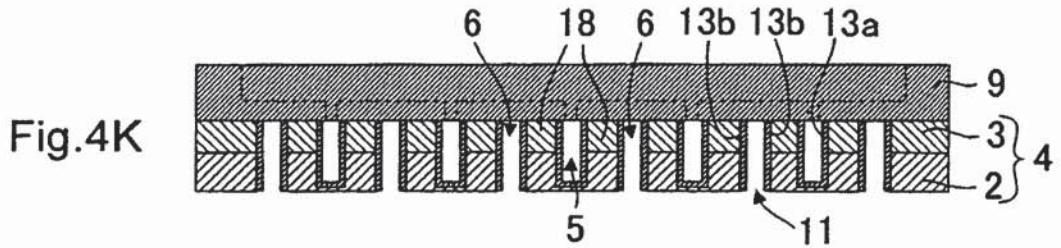
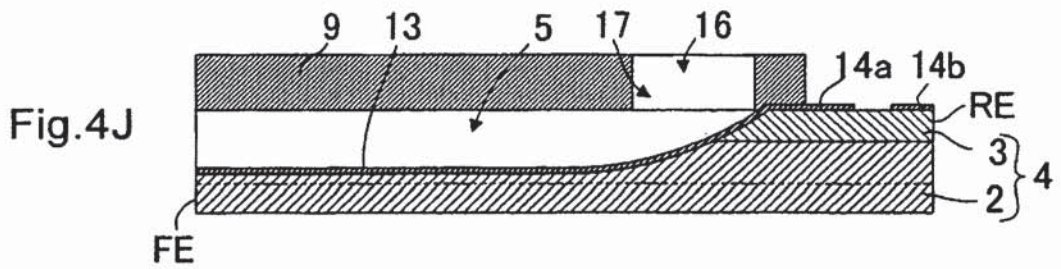
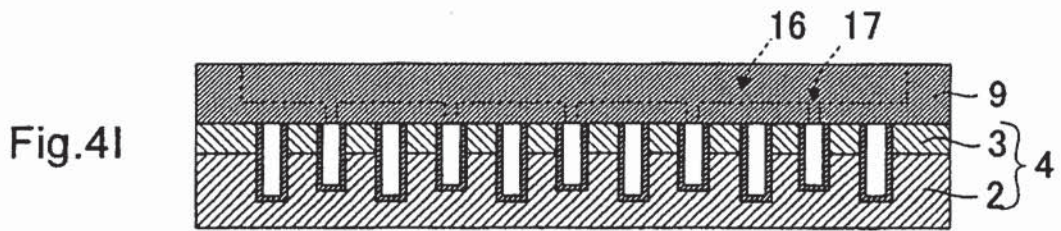
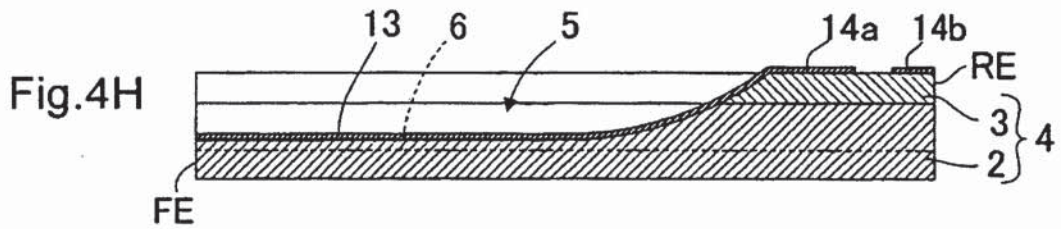
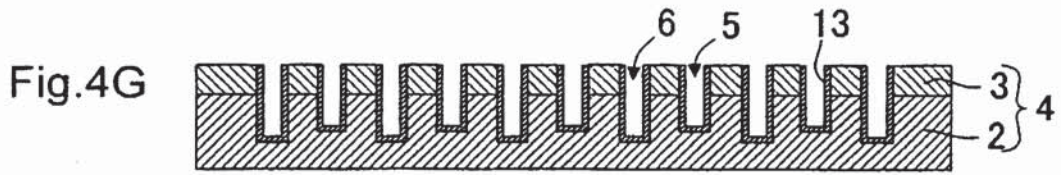


Fig.2







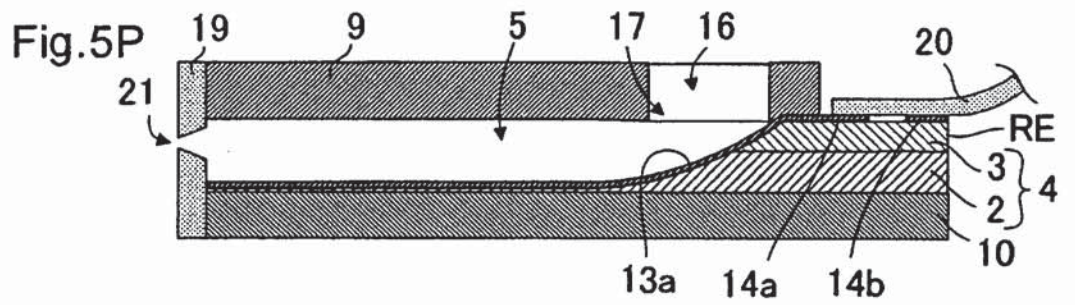
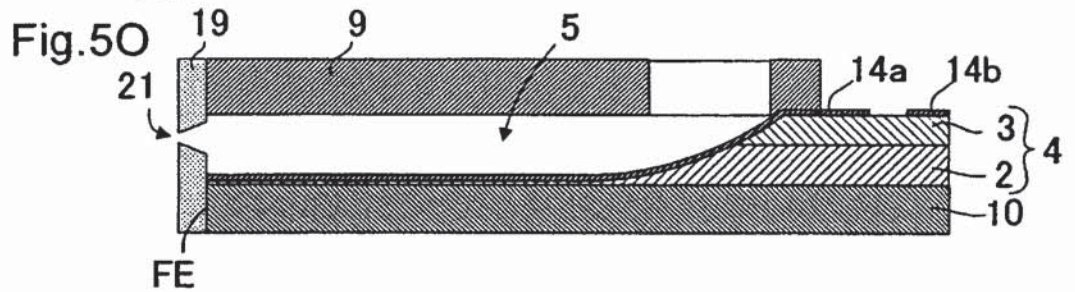
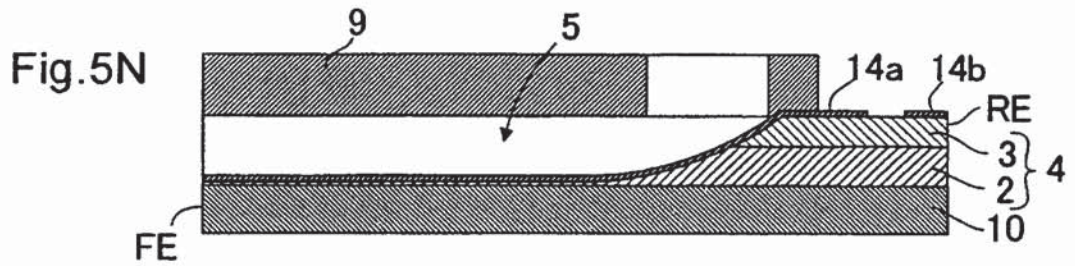
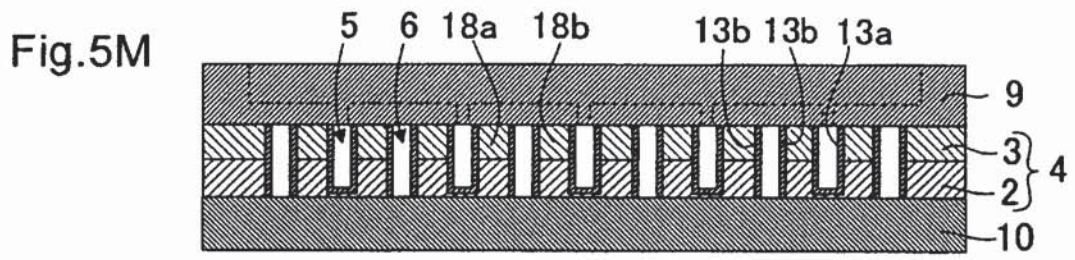


Fig.6

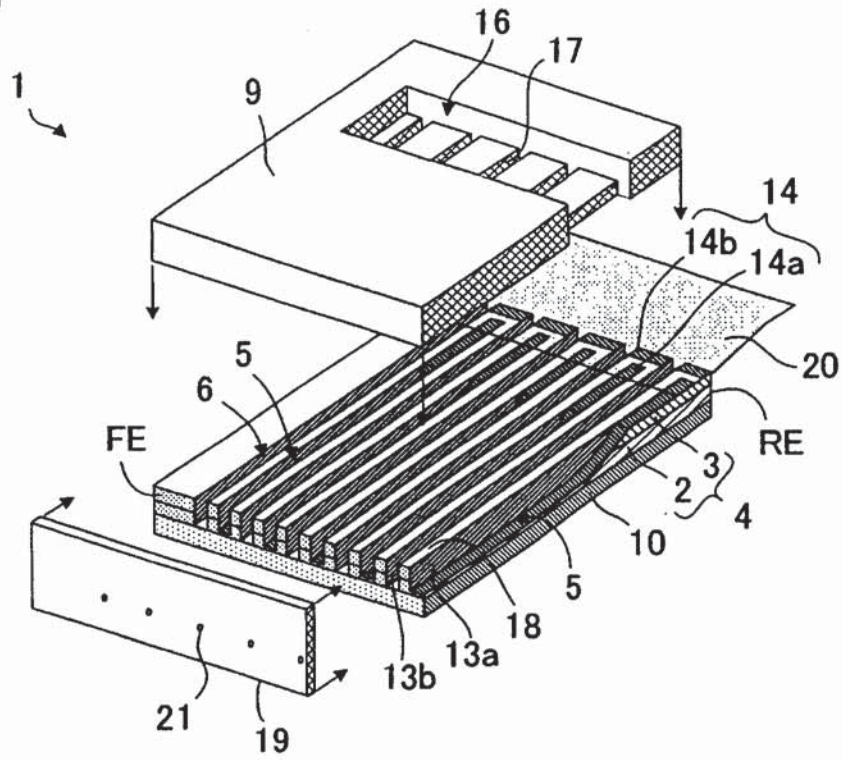


Fig.7

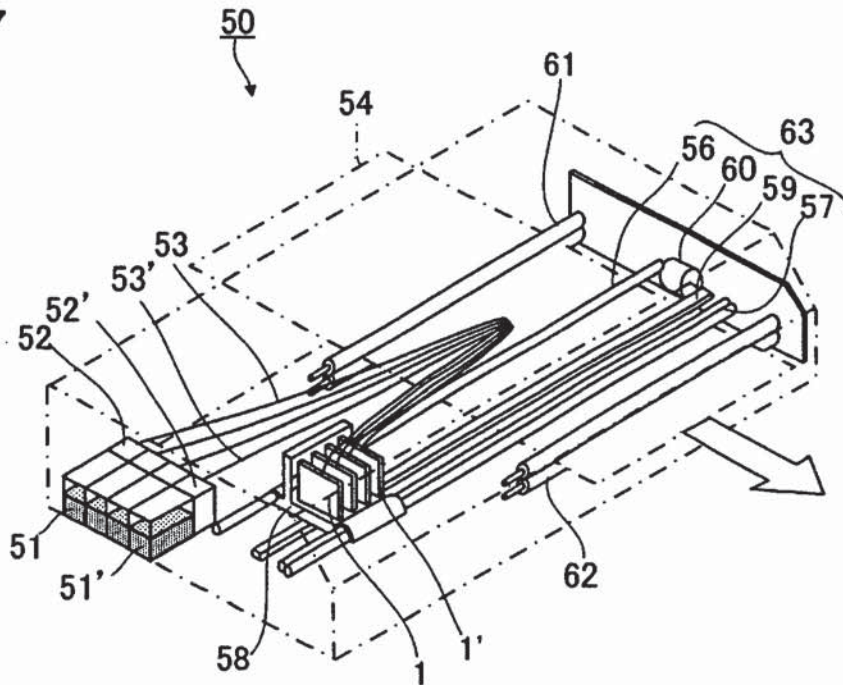


Fig.8

