

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 264**

51 Int. Cl.:

B41J 2/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2011 E 11723484 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.03.2015 EP 2576224**

54 Título: **Método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta**

30 Prioridad:

07.06.2010 WO PCT/IB2010/052520

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

18.06.2015

73 Titular/es:

**SICPA HOLDING SA (100.0%)
Avenue de Florissant 41
1008 Prilly, CH**

72 Inventor/es:

**BALDI, SILVIA;
BICH, DANILO;
GIOVANOLA, LUCIA;
MERIALDO, ANNA y
SCHINA, PAOLO**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 538 264 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

Método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta

La presente invención se refiere a un método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta.

5 El método de acuerdo con la invención se puede aplicar a la producción de cabezales de impresión de chorro de tinta térmicos y de cabezales de impresión de chorro de tinta piezoeléctricos.

Los cabezales de impresión de chorro de tinta conocidos comprenden un sustrato de silicio, que incluye los elementos de eyección activos, es decir, los eyectores térmicos o los eyectores piezoeléctricos.

10 Los cabezales de impresión conocidos también incluyen una capa de estructura hidráulica que define circuitos hidráulicos a través de los cuales fluye la tinta y una placa perforada que tiene una pluralidad de boquillas para la eyección de dicha tinta sobre el medio a imprimir.

La placa perforada se puede hacer, por ejemplo, mediante electrodeposición de una capa de níquel, que puede cubrirse con otra capa de oro o de paladio.

Cabe señalar que los procesos conocidos para la fabricación de cabezales de impresión incluyen una etapa de termocompresión, a través del cual se fijan entre sí las diferentes capas.

15 En este sentido, las placas perforadas hechas de níquel presentan graves inconvenientes ya que el níquel y el silicio tienen significativamente diferentes comportamientos cuando se calienta a una temperatura de entre 150° C y 200° C (es decir, a temperaturas típicas de los procesos de termocompresión).

Por tanto, no se puede obtener una colocación entre sí precisa de chips de silicio y boquillas correspondientes. En particular, este problema llega a ser muy serio a medida que aumenta la longitud del chip y de la placa de boquilla.

20 Además, las fuerzas residuales debidas a la conexión rígida entre elementos que tienen diferentes comportamientos térmicos pueden incluso causar la rotura de los chips de silicio y/o el desprendimiento de las diferentes partes del cabezal de impresión.

25 Este efecto es particularmente crucial en aplicaciones industriales, en las que el volumen de las gotitas de tinta es mayor que en aplicaciones estándar. Esto implica que la placa perforada puede ser muy gruesa y producir un mayor esfuerzo debido a la dilatación térmica.

Otro inconveniente de las placas perforadas de níquel consiste en que tales placas perforadas no pueden ser utilizadas en determinadas aplicaciones industriales en las que las tintas abrasivas industriales dañan de manera paulatina la capa protectora de níquel y/o posiblemente de oro/paladio.

30 Cabe señalar que también pueden surgir problemas de corrosión química cuando se usan determinadas tintas industriales.

Otro inconveniente relacionado con placas perforadas de níquel consiste en la baja precisión inherente del proceso de electroformación, que produce de manera inevitable desalineaciones entre las boquillas y los chips correspondientes y las estructuras hidráulicas.

35 Así pues, el solicitante ha comprobado que los problemas mencionados anteriormente pueden resolverse haciendo la placa de boquillas de silicio, es decir, del mismo material que el sustrato que incluye los elementos de eyección activos.

Sin embargo, el solicitante ha observado también que el uso de silicio para la fabricación de la placa perforada presenta algunos problemas adicionales.

40 De hecho, las obleas de silicio más delgadas que están generalmente disponibles comercialmente tienen un espesor de aproximadamente 200 µm para diámetros iguales a 6 pulgadas (15,24 cm) o mayores.

Estas obleas son demasiado gruesas para ser utilizadas para obtener, a través de las tecnologías tradicionales, placas perforadas.

45 El espesor que sería idealmente deseable está comprendido entre 10 y 100 µm (por ejemplo aproximadamente 50 µm). Sin embargo, tales obleas de silicio más delgadas son muy difíciles de realizar y, por tanto, resultan extremadamente caras.

Además, tales obleas de silicio delgadas son muy difíciles de manipular, tanto manualmente como mediante sistemas automáticos debido a su fragilidad.

5 El documento US 2009/0176322 A1 describe un método para formar un dispositivo de chorro de tinta que comprende proporcionar un chip de silicio que incluye una pluralidad de elementos calentadores eléctricos y una capa de cámara de eyección de tinta de óxido de silicio configurada para definir una pluralidad de cámaras de eyección de tinta y una placa de boquillas de silicio que tiene una capa de boquillas de silicio. Las capas están alineadas y unidas entre sí por fusión y una pluralidad de orificios de boquilla están formados a través de la placa de boquillas de silicio colocados respectivamente sobre la pluralidad de elementos calentadores eléctricos.

10 El documento EP1065059 describe un método para la producción de placas perforadas de silicio que comprende una etapa de formación de un patrón de división de placa que corresponde a una forma externa de cada placa de silicio sobre una primera superficie de la oblea de silicio; el patrón de división de placa no está formado en la parte periférica externa de la oblea.

15 A fin de mantener la resistencia de la oblea de silicio durante una etapa posterior de reducción del espesor de la oblea de silicio, desde la superficie inversa, mediante un proceso de rectificado o pulido, el método comprende además una etapa de adhesión de una cinta sobre la primera superficie de la oblea de silicio.

20 El solicitante ha descubierto que los problemas anteriores pueden resolverse comenzando a partir de una oblea de silicio disponible comercialmente (por ejemplo, con un espesor de entre 200 y 250 μm) y retirando una parte central de la misma, de modo que la estructura restante comprenda una parte de base que tenga una extensión plana y una parte periférica que se extienda, a partir de dicha parte de base, transversalmente con respecto a la extensión plana de dicha parte de base. Las boquillas se forman en la parte de base antes y/o después de retirar la parte central mencionada; la parte periférica permite que la oblea de silicio sea fácilmente manipulada por robots automáticos en líneas de fabricación automatizadas.

25 Finalmente, la oblea de silicio se corta para obtener una pluralidad de placas perforadas, cada una de las cuales se puede ensamblar con el sustrato de silicio y la capa de estructura hidráulica correspondientes con el fin de obtener un cabezal de impresión de chorro de tinta.

Por otra parte, la oblea de silicio con las placas de boquillas se puede unir directamente a la oblea de cabezal de impresión mediante un proceso de unión de oblea. Esta unión de oblea puede ser una unión directa o una unión indirecta mediante una capa adhesiva.

30 En particular, la invención se refiere a un método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta que comprende:

- proporcionar un sustrato de silicio que incluye elementos de eyección activos;
- proporcionar una capa de estructura hidráulica para definir circuitos hidráulicos a través de los cuales fluye la tinta;
- proporcionar una placa perforada de silicio que tiene una pluralidad de boquillas para la eyección de dicha tinta;
- ensamblar dicho sustrato de silicio con dicha capa de estructura hidráulica y dicha placa perforada de silicio

35 en el que la provisión de dicha placa perforada de silicio comprende:

- proporcionar una oblea de silicio que tiene una extensión sustancialmente plana delimitada por unas superficies primera y segunda opuestas una a la otra;
- realizar una etapa de adelgazamiento en dicha segunda superficie a fin de retirar de dicha segunda superficie una parte central que tiene una altura preestablecida, estando formada dicha oblea de silicio, después de dicha etapa de adelgazamiento, por una parte de base que tiene una extensión plana y una parte periférica que se extiende, a partir de dicha parte de base, transversalmente con respecto a la extensión plana de dicha parte de base;
- formar en dicha oblea de silicio una pluralidad de orificios pasantes, definiendo cada uno una boquilla correspondiente para la eyección de dicha tinta.

45 Preferiblemente, la oblea de silicio se somete a una etapa de corte en la que es cortada y se obtiene una pluralidad de placas de boquillas, incluida la mencionada placa de boquillas.

Alternativamente, la oblea de silicio con las placas de boquillas se puede unir directamente a la oblea de cabezal de impresión mediante un proceso de unión de oblea. Esta unión de oblea puede ser una unión directa o una unión indirecta mediante una capa adhesiva.

Otras características y ventajas quedarán más claras a partir de la descripción detallada de una realización preferida, aunque no exclusiva, de un método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta, de acuerdo con la presente invención. Esta descripción se explicará a continuación con referencia a los dibujos que se acompañan, dados a modo de ejemplo no limitativo, en los que:

- 5 - la figura 1 muestra esquemáticamente un cabezal de impresión fabricado mediante el método de acuerdo con la invención;
- la figura 2 muestra esquemáticamente un detalle de la figura 1, en particular referente a la forma de una boquilla;
- la figura 3 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una primera realización del método de acuerdo con la invención;
- 10 - la figura 4 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una segunda realización del método de acuerdo con la invención;
- la figura 5 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una tercera realización del método de acuerdo con la invención;
- 15 - la figura 6 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una cuarta realización del método de acuerdo con la invención;
- la figura 7 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una quinta realización del método de acuerdo con la invención;
- la figura 8 muestra esquemáticamente las etapas realizadas en una sexta realización del método de acuerdo con la invención;
- 20 - la figura 9 muestra esquemáticamente una oblea de silicio tras una etapa de adelgazamiento realizada de acuerdo con la presente invención.

Con referencia a los dibujos, un cabezal de impresión fabricado con el método de acuerdo con la presente invención se indica generalmente con el número de referencia 1.

- 25 El método de acuerdo con la invención comprende una etapa de provisión de un sustrato de silicio 10, que incluye elementos de eyección activos 11.

Preferiblemente, los elementos de eyección activos 11 son elementos calentadores que calientan la tinta con el fin de provocar la generación de gotitas de tinta y la eyección de las mismas. En este caso, el cabezal de impresión 1 es un cabezal de impresión de chorro de tinta térmico.

- 30 En una realización alternativa, los elementos de eyección activos 11 son elementos piezoeléctricos, que son accionados eléctricamente con el fin de desplazar una membrana y, en consecuencia expulsar la tinta de las boquillas, causando la eyección de la misma. En tal realización, el cabezal de impresión 1 es un cabezal de impresión de chorro de tinta piezoeléctrico.

- 35 El sustrato de silicio 10 también incluye un circuito eléctrico (no mostrado) que está configurado para controlar adecuadamente y de manera selectiva los elementos de eyección activos 11 a fin de que la tinta sea eyectada sobre un medio determinado a imprimir, de acuerdo con patrones predefinidos.

El método de acuerdo con la invención comprende además una etapa de provisión de una capa de estructura hidráulica 20 para definir circuitos hidráulicos a través de los cuales fluye la tinta.

Preferiblemente, la capa de estructura hidráulica 20 es una película polimérica cuyo espesor puede estar comprendido entre 10 μm y 200 μm .

- 40 Preferiblemente, la capa de estructura hidráulica 20 define cámaras de eyección, en las que la tinta se somete a la acción de los elementos de eyección activos 11, y canales de alimentación que guían la tinta hacia dichas cámaras. Preferiblemente, la tinta se almacena en un depósito y llega a los canales de alimentación a través de una ranura de alimentación de tinta (no mostrada).

- 45 El método de acuerdo con la invención comprende además una etapa de provisión de una placa perforada de silicio 30 que tiene una pluralidad de boquillas 31 para la eyección de las gotitas de tinta.

Preferiblemente, una pluralidad de placas perforadas de silicio se obtiene a partir de una oblea de silicio.

Después de la formación de las boquillas, las placas perforadas se separan unas de otras, preferiblemente a través de una etapa de corte. Posteriormente, cada placa perforada se alinea con y se monta sobre un sustrato de silicio correspondiente.

- 5 Alternativamente, la oblea de silicio con las placas de boquillas se puede unir directamente a la oblea de cabezal de impresión mediante un proceso de unión de oblea. Esta unión de oblea puede ser una unión directa o una unión indirecta mediante una capa adhesiva.

En el presente contexto, la placa perforada 30 se obtiene preferiblemente como se ha indicado brevemente aquí.

Como se muestra en la figura 1, el sustrato de silicio 10, la capa de estructura hidráulica 20 y la placa perforada 30 se ensamblan para formar el cabezal de impresión 1.

- 10 De manera preferible, la etapa de ensamblaje se lleva a cabo de manera que la capa de estructura hidráulica 20 se sitúa entre el sustrato de silicio 10 y la placa perforada de silicio 30.

- 15 Preferiblemente, la etapa de ensamblaje comprende una subetapa de termocompresión, en la que el sustrato de silicio 10, la capa de estructura hidráulica 20 y la placa perforada 30 se presionan (presión comprendida, por ejemplo, entre 1 bar y 10 bares) y, al mismo tiempo, se calientan (temperatura comprendida, por ejemplo, entre 150° C y 200° C).

La duración de la subetapa de termocompresión puede variar de pocos minutos a horas.

Más detalladamente, la placa perforada 30 se puede obtener como sigue.

Se proporciona una oblea de silicio 40 que tiene una extensión sustancialmente plana delimitada por unas superficies primera y segunda 41, 42 opuestas una a la otra.

- 20 Preferiblemente, las superficies primera y segunda 41, 42 son sustancialmente paralelas entre sí.

Las superficies primera y segunda 41, 42 están separadas una distancia D.

La oblea de silicio 40 puede tener un espesor de, por ejemplo, entre 100 µm y 380 µm; por ejemplo, la oblea de silicio puede tener un espesor de aproximadamente 200 µm.

- 25 En la segunda superficie 42 de la oblea de silicio 40 se realiza una etapa de adelgazamiento. De este modo, se retira una parte central 43 que tiene una altura H preestablecida. Preferiblemente, la altura H de la parte central 43 puede estar comprendida entre 20 µm y 360 µm. Por ejemplo, la altura de la parte central 43 puede ser de aproximadamente 120 µm.

- 30 Después de la etapa de adelgazamiento, la oblea de silicio 40 está formada por una parte de base 44 que tiene una extensión plana y una parte periférica 45 que se extiende desde la parte de base 44 transversalmente con respecto a la extensión plana de la misma parte de base 44.

La forma de la oblea de silicio 40 en esta etapa se muestra esquemáticamente en la figura 9.

Preferiblemente, la superficie exterior de la parte periférica 45 se extiende desde la parte de base 44 perpendicularmente con respecto a la extensión plana de la misma parte de base 44.

- 35 En la práctica, después de la etapa de adelgazamiento, la oblea de silicio 40 tiene una especie de estructura de anillo (por ejemplo, figura 3, etapa 5).

Es decir, mediante la etapa de adelgazamiento, se reduce el espesor de la oblea de silicio 40, excepto la parte periférica 45 cuyo espesor permanece sustancialmente sin cambios con respecto al espesor inicial de la misma oblea de silicio 40.

- 40 La oblea de silicio 40 formada de este modo puede ser fácilmente manipulada manualmente y/o mediante sistemas automáticos en líneas de fabricación automatizadas, y al mismo tiempo se puede utilizar para obtener placas perforadas suficientemente delgadas. En consecuencia, la parte periférica 45 se puede considerar como una "parte de manipulación".

- 45 Como ya se ha mencionado anteriormente, la placa perforada 30 se obtiene preferiblemente a través de una etapa de corte, en la que la oblea de silicio 40, después de la formación de las boquillas 31, se corta para obtener una pluralidad de placas perforadas.

La figura 9 muestra esquemáticamente cómo la oblea de silicio 40 incluye una pluralidad de placas perforadas.

Alternativamente, la oblea de silicio con las placas de boquillas se puede unir directamente a la oblea de cabezal de impresión mediante un proceso de unión de oblea. Esta unión de oblea puede ser una unión directa o una unión indirecta mediante una capa adhesiva.

En particular, la placa de boquillas 30 se obtiene como una parte de dicha parte de base 44.

- 5 Preferiblemente, mediante dicha etapa de corte, la placa de boquillas 30 se separa de otras posibles placas de boquillas formadas en la misma oblea de silicio 40, y de la parte periférica o de manipulación 45.

Preferiblemente, la diferencia entre la distancia D antes mencionada (es decir, la distancia entre las superficies primera y segunda 41, 42) y la altura H de la parte central 43 (es decir, la parte retirada a través de la etapa principal de adelgazamiento) define la longitud longitudinal L de las boquillas 31 de la placa perforada 30.

- 10 Es decir, la longitud longitudinal L de las boquillas 31 es sustancialmente igual al espesor de la parte de base 44; esto significa que la altura H de la parte central 43 se determina de modo que, después de la etapa de adelgazamiento, la parte restante (parte de base 44) de la oblea de silicio 40 tiene un espesor que define la longitud longitudinal L de las boquillas 31.

- 15 De manera ventajosa, la etapa de adelgazamiento puede ser realizada mediante grabado. Preferiblemente, la etapa de adelgazamiento mediante grabado es una etapa de grabado en húmedo. Alternativamente, un proceso de grabado iónico reactivo o un proceso de grabado en seco se podría aplicar para la etapa de adelgazamiento.

Preferiblemente, la etapa de adelgazamiento por grabado comprende las siguientes subetapas:

- 20 - oxidación de al menos la segunda superficie 42; preferiblemente, el proceso de oxidación se realiza en toda la oblea de silicio 40. Por tanto, en al menos la segunda superficie 42, y preferiblemente en toda la oblea de silicio 40, se forma una capa de óxido;

- 25 - protección del anillo externo sobre la segunda superficie 42, en particular en una zona periférica correspondiente a la parte periférica 45 a obtener; esta protección podría obtenerse a través de un proceso de enmascaramiento fotolitográfico, de una cinta protectora o mediante el uso de un soporte de oblea. Cabe señalar que el soporte de oblea puede proteger no sólo el anillo externo mencionado, sino también el reverso de la oblea durante el grabado de óxido. De ese modo, tal grabado de óxido puede no ser necesariamente del tipo seco, sino que puede ser, en esta circunstancia, del tipo húmedo;

- retirada de la parte del óxido que no está cubierto por la protección;

- retirada, preferiblemente mediante una acción de grabado en húmedo, de la parte central 43, es decir, la parte de oblea de silicio que no está cubierta por la protección y la capa de óxido;

- 30 - retirada de la protección y de la capa de óxido.

- 35 Alternativamente, la etapa de adelgazamiento puede ser realizada mediante rectificación mecánica. En tal caso, una muela abrasiva accionada por una máquina rectificadora proporciona la retirada de la parte central 43 sin necesidad de ningún tipo de protección y/o capa de óxido. Una etapa de pulido se realiza por lo general después de la etapa de rectificación para retirar las marcas de rectificación y las grietas de la subsuperficie generadas durante la etapa de rectificación.

El método de la invención comprende además una etapa de formación, en la oblea de silicio 40, de una pluralidad de orificios pasantes, definiendo cada uno una boquilla correspondiente 31 para la eyección de la tinta.

Preferiblemente, dichos orificios pasantes se forman en la parte de base 44.

- 40 Cabe señalar que, en algunas realizaciones de la invención (primera a tercera realización, figuras 3 a 5), cada boquilla 31 se forma en parte antes y en parte después de la etapa de adelgazamiento. En realizaciones diferentes (cuarta a sexta realización, figuras 6 a 8), cada boquilla 31 se forma antes de la etapa de adelgazamiento.

La geometría de la boquilla debe ser seleccionada con el fin de reducir la resistencia al flujo de tinta, así como para mejorar la uniformidad de la boquilla a través del dispositivo microelectromecánico.

También se puede reducir o eliminar el estancamiento de aire mediante la geometría de la boquilla.

- 45 Preferiblemente, cada boquilla 31 comprende una parte superior 32 y una parte inferior 33, estando esta última alineada axialmente con la parte superior 32.

En el presente contexto, "superior " e "inferior" se refieren a la posición de las partes de boquilla con respecto a la oblea de cabezal de impresión en la que se monta la placa de boquillas: la parte "inferior" está más cerca de la capa de estructura hidráulica 20 y directamente orientada hacia la misma, mientras que la parte "superior" está más lejos de la capa de estructura hidráulica 20.

5 La sección transversal de la parte superior 32 puede ser cuadrada, circular o tener otra forma diferente.

La parte inferior 33 puede tener una sección transversal rectangular o redonda.

Preferiblemente, la parte superior 32 de cada boquilla 31 tiene una forma sustancialmente cilíndrica.

Preferiblemente, la parte inferior 33 de cada boquilla 31 tiene una forma sustancialmente en tronco de pirámide.

10 La longitud longitudinal L de la boquilla 31 está definida por la longitud longitudinal de la parte superior 32 más la altura de la parte inferior 33.

Preferiblemente, las partes superiores 32 de las boquillas 31 de la placa perforada 30 se obtienen a través de una etapa de grabado, que se denominará etapa de grabado de parte superior.

Preferiblemente, la etapa de grabado de parte superior es una etapa de grabado en seco.

15 En las realizaciones de las figuras 3 a 7 (primera a quinta realización), se lleva a cabo la etapa de grabado de parte superior (preferiblemente un etapa de grabado en seco), en la que se forma una pluralidad de cavidades sustancialmente cilíndricas 50 en la oblea de silicio 40 en su primera superficie 41. Al menos una parte de cada una de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 define la parte superior 32 de una boquilla correspondiente 31. Cada cavidad sustancialmente cilíndrica 50 tiene un primer extremo longitudinal 51 en la primera superficie 41 de la oblea de silicio 40, y un segundo extremo longitudinal 52 opuesto al primer extremo longitudinal 51.

20 Preferiblemente, las partes inferiores 33 de las boquillas 31 de la placa perforada 30 se obtienen a través de una etapa de grabado, que se denominará etapa de grabado de parte inferior.

Preferiblemente, la etapa de grabado de parte inferior es una etapa de grabado en húmedo anisotrópica.

25 En las realizaciones de las figuras 3 a 5, se lleva a cabo la etapa de grabado de parte inferior (preferiblemente etapa de grabado en húmedo anisotrópica) en la que se forma una pluralidad de partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma en tronco de pirámide) en el segundo extremo 52 de cada una de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas 50, obteniéndose de este modo las boquillas 31.

30 En la realización de las figuras 6 a 7, se lleva a cabo la etapa de grabado de parte inferior (preferiblemente etapa de grabado en húmedo anisotrópica), en la que se forma una pluralidad de partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma en tronco de pirámide) en el primer extremo 51 de cada una de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50, obteniéndose de este modo las boquillas 31 de la placa perforada 30.

35 Alternativamente, la boquilla 31 comprende únicamente una sola parte 34. En tal caso, las boquillas 31 tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide, como se describe anteriormente en relación a la parte inferior 33, y las boquillas 31 se obtienen a través de una etapa de grabado de boquilla igual a la etapa de grabado de parte inferior descrita anteriormente. Preferiblemente, la etapa de grabado de boquilla es una etapa de grabado en húmedo anisotrópica.

En la realización de la figura 8, se lleva a cabo la etapa de grabado de boquilla (preferiblemente, una etapa de grabado en húmedo anisotrópica), en la que se forma una pluralidad de partes únicas 34 (que tienen preferiblemente una forma en tronco de pirámide) en la oblea de silicio 40 en su primera superficie 41, obteniéndose de ese modo las boquillas 31 de la placa perforada 30.

40 Cabe señalar que la etapa de grabado de parte superior, la etapa de grabado de parte inferior y la etapa de grabado de boquilla incluyen preferiblemente subetapas de oxidación, de deposición de una película fotorresistente, de retirada del óxido no cubierto por la película fotorresistente, de retirada del silicio no cubierto por el óxido, y de retirada de la película fotorresistente restante y del óxido.

Este tipo de procesos son conocidos en la técnica y, por tanto, no serán descritos en más detalle.

45 En las realizaciones mostradas esquemáticamente en las figuras 3 a 5, la etapa de adelgazamiento se lleva a cabo después de la etapa de grabado de parte superior y antes de la etapa de grabado de parte inferior.

En las realizaciones de las figuras 6 a 7, la etapa de adelgazamiento se lleva a cabo después de la etapa de grabado de parte superior y de la etapa de grabado de parte inferior.

En las realizaciones de la figura 8, la etapa de adelgazamiento se lleva a cabo después de la etapa de grabado de boquilla.

5 Más detalladamente, en la primera realización (figura 3) la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es sustancialmente igual a la longitud de las partes superiores 32 de las boquillas correspondientes 31. Por tanto, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es menor que el espesor de la parte de base 44. De hecho, el espesor de la parte de base 44 es sustancialmente igual a la longitud longitudinal total L de cada boquilla 31.

En las realizaciones segunda y cuarta (figuras 4 y 6), la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es igual o mayor que el espesor de la parte de base 44.

10 En particular, en la segunda realización esta característica es ventajosa ya que la etapa de grabado de parte superior se realiza en la primera superficie 41 de la oblea de silicio 40, y la etapa de grabado de parte inferior se realiza en la segunda superficie 42 de la oblea de silicio 40. Así, el segundo extremo 52 de la cavidad sustancialmente cilíndrica 50, que es visible desde la segunda superficie 42 después de la etapa de adelgazamiento, se puede utilizar como una referencia de posición para una etapa de enmascaramiento de la etapa de grabado de parte inferior, de modo que la parte inferior 33 se puede formar de acuerdo con una alineación apropiada con la parte superior correspondiente 32.

15 En la cuarta realización, esta característica es ventajosa ya que la máscara utilizada en la etapa de grabado de parte inferior se alinea usando una característica presente en la misma primera superficie 41; por lo tanto, la cavidad sustancialmente cilíndrica 50 tiene que ser suficientemente larga (es decir, su longitud tiene que ser igual o mayor que el espesor de la parte de base 44) para obtener un orificio pasante exacto.

En la quinta realización, esta característica es igualmente ventajosa ya que tal realización tiene la ventaja adicional de utilizar sólo una máscara para definir las partes superior e inferior en la misma primera superficie 41; por tanto, la cavidad sustancialmente cilíndrica 50 tiene que ser suficientemente larga (es decir, su longitud tiene que ser igual o mayor que el espesor de la parte de base 44) para obtener un orificio pasante exacto.

25 Cabe señalar que las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 se forman en la oblea de silicio 40 antes de realizar la etapa de adelgazamiento. Así, la comparación entre la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 y el espesor de la parte de base 44 se puede realizar después de la etapa de adelgazamiento, es decir, después de obtenerse exactamente la parte de base 44.

30 Preferiblemente, como se muestra esquemáticamente en la figura 5, en la tercera realización del método de acuerdo con la invención, el método comprende una etapa de formación, en la que se forma una o más cavidades de referencia 60, que tienen una longitud mayor que el espesor de la parte de base 44, en dicha primera superficie 41. En particular, la etapa de formación se lleva a cabo antes de la etapa de adelgazamiento. Asimismo, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 puede ser sustancialmente igual a la longitud de las partes superiores 32 de las boquillas 31. La referencia de posición para la etapa de enmascaramiento incluida en la etapa de grabado de parte inferior es proporcionada por las cavidades de referencia 60, que son visibles desde la segunda superficie 42 de la oblea de silicio 40 después de la realización de la etapa de adelgazamiento y antes de la realización de la etapa de grabado de parte inferior.

40 De manera preferible, una vez formadas las boquillas 31 y realizada la etapa de adelgazamiento, la oblea de silicio 40 se corta en partes independientes, definiendo cada una, una placa perforada correspondiente. La placa perforada 30 del cabezal de impresión 1 será una de las placas perforadas obtenidas a partir de la oblea de silicio 40.

Alternativamente, la oblea de silicio con las placas de boquillas se puede unir directamente a la oblea de cabezal de impresión a través de un proceso de unión de oblea. Esta unión de oblea puede ser una unión directa o una unión indirecta mediante una capa adhesiva.

Las seis realizaciones de la invención se describen en detalle a partir de ahora con la elección de proceso preferido.

45 Cabe señalar que en cada una de la figura 3 (etapa 4), la figura 4 (etapa 4), la figura 5 (etapa 3), la figura 6 (etapa 6), la figura 7 (etapas 9 y 10) y la figura 8 (etapas 5, 6 y 7) un par de símbolos de interrupción están presentes para indicar que la distancia entre las boquillas 31 y la parte radialmente externa 45 de la oblea de silicio 40 puede ser mucho mayor que la mostrada. En la práctica, se forma un gran número de boquillas 31 en la oblea de silicio 40; por razones de claridad, sólo se muestran unas cuantas en los dibujos.

50 Primera realización

La figura 3 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la primera realización de la invención con la elección de proceso preferido.

En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; una capa de óxido de silicio se forma sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente mediante oxidación térmica.

5 En la etapa 2, a través de un proceso litográfico y de grabado posterior, de preferencia un grabado en seco, se retira una pluralidad de partes de óxido de silicio de la primera superficie 41. Cada zona de la que se retira el óxido corresponderá a una boquilla específica.

En la etapa 3, se realiza un proceso de grabado en seco (ésta es la "etapa de grabado de parte superior" mencionada anteriormente), de modo que se forman las cavidades sustancialmente cilíndricas 50.

10 En esta realización, la longitud longitudinal de las cavidades cilíndricas 50 es sustancialmente igual a la longitud longitudinal de las partes superiores 32 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente cilíndrica) de las boquillas 31.

A continuación se realiza otro proceso de oxidación, para cubrir también la superficie de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 con una capa de óxido de silicio.

15 En la etapa 4, se realiza un grabado en húmedo de óxido con el fin de retirar, de la segunda superficie 42, una parte central de óxido; la protección del anillo externo se podría obtener a través de un proceso de enmascaramiento fotolitográfico, de una cinta protectora o mediante el uso de un soporte de oblea.

En la etapa 5, se realiza la "etapa de adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 a través de un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco). Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.

20 A continuación se realiza otro proceso de oxidación, de modo que todas las superficies de la parte de base 44 y la parte periférica 45 se cubren con una capa de óxido de silicio.

En la etapa 6, a través de una combinación de proceso litográfico y grabado en seco de óxido, se retiran partes de óxido en las que se supone que se van a formar las boquillas 31, es decir, en posiciones correspondientes a las ya formadas cavidades sustancialmente cilíndricas 50.

25 Posteriormente, un proceso de grabado en húmedo anisotrópico (la "etapa de grabado de parte inferior" mencionada anteriormente) retira partes en forma de tronco de pirámide de silicio en las que se ha eliminado el óxido, a fin de formar las partes inferiores 33 (las que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide) de las boquillas 31.

30 A continuación, se realiza un grabado en húmedo de óxido, con el fin de retirar la capa de óxido que separa cada cavidad sustancialmente cilíndrica 50 de la parte inferior correspondiente 33 (que tiene preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide) y se completa la formación de las boquillas 31.

Por último, si es necesario, se puede realizar otra etapa de oxidación para cubrir toda la estructura con una capa de óxido.

Segunda realización

35 La figura 4 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la segunda realización de la invención con la elección de proceso preferido.

En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; una capa de óxido de silicio se forma sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente mediante oxidación térmica.

40 En la etapa 2, a través de un proceso litográfico y de grabado posterior, de preferencia un grabado en seco, se retira una pluralidad de partes de óxido de silicio de la primera superficie 41. Cada zona de la que se retira el óxido corresponderá a una boquilla específica.

En la etapa 3, se realiza un proceso de grabado en seco (ésta es la "etapa de grabado de parte superior" mencionada anteriormente), de modo que se forman las cavidades sustancialmente cilíndricas 50.

45 En esta realización, la longitud longitudinal de las cavidades cilíndricas 50 es mayor que la longitud longitudinal de las partes superiores 32 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente cilíndrica) de las boquillas 31. En particular, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es mayor que la longitud longitudinal total de las boquillas 31.

A continuación se lleva a cabo otro proceso de oxidación para así cubrir también la superficie de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 con una capa de óxido.

En la etapa 4, se realiza un grabado en húmedo de óxido con el fin de retirar de la segunda superficie 42, una parte central de óxido.

5 En la etapa 5, se realiza la "etapa de adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 a través de un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco). Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.

10 En la etapa 6, se realiza un proceso de grabado en húmedo y otro proceso de oxidación, de manera que todas las superficies de la parte de base 44 y la parte periférica 45 se cubren con una capa de óxido.

Cabe señalar que las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 son ahora orificios pasantes que son visibles también desde la segunda superficie 42. Esta característica es ventajosa ya que proporciona una referencia visual clara, precisa y fiable para la formación de las partes en tronco de pirámide de las boquillas desde la parte posterior (es decir, desde la segunda superficie 42).

15 En la etapa 7, se realiza una secuencia de proceso litográfico, de grabado en seco de óxido y de grabado en húmedo de silicio anisotrópico ("etapa de grabado de parte inferior" mencionada anteriormente) sobre la superficie de la parte de base 44 opuesta a la primera superficie 41.

20 Del mismo modo, se forman las partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide) de las boquillas 31, cada una correspondiente a una cavidad sustancialmente cilíndrica específica 50.

En la etapa 8, un proceso de grabado en húmedo de óxido retira el óxido es necesario (tal como, por ejemplo, el óxido depositado en las boquillas 31). A continuación, si es necesario, se puede realizar un proceso de óxido final.

Tercera realización

25 La figura 5 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la tercera realización de la invención con la elección de proceso preferido.

En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; se forma una capa de óxido sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente a través de oxidación térmica.

En la etapa 2, a través de una secuencia de proceso litográfico, de grabado en seco de óxido y de grabado en seco de silicio (realizada en la primera superficie 41) se forma una pluralidad de cavidades de referencia 60.

30 A continuación, se realiza un proceso de oxidación.

Las cavidades de referencia 60 no van a formar parte de boquillas correspondientes, sino que se utilizarán como una referencia de posición para la formación de las boquillas 31.

35 En la etapa 3, a través de una secuencia de proceso litográfico, de grabado en seco de óxido y de grabado en seco de silicio, se forman las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 en la primera superficie 41, que definen partes superiores correspondientes 32 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente cilíndrica) de boquillas 31.

En esta realización, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es sustancialmente igual a la longitud longitudinal de las partes superiores 32 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente cilíndrica) de las boquillas correspondientes 31.

A continuación, se realiza un proceso de oxidación.

40 En la etapa 4, se realiza un grabado en húmedo de óxido con el fin de retirar, de la segunda superficie 42, una parte central de óxido.

En la etapa 5, se realiza la "etapa de adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 a través de un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco).

45 Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.

En la etapa 6, se realiza un grabado en húmedo de óxido y posteriormente una oxidación.

Cabe señalar que, después del grabado en húmedo de óxido de la etapa 6, las cavidades de referencia 60 son orificios pasantes, que son visibles tanto desde la primera superficie 41 como desde la superficie opuesta a la primera superficie.

5 Por tanto, las cavidades de referencia 60 se pueden utilizar como referencias de posición para que las etapas restantes sean realizadas para la formación de las boquillas 31.

En la etapa 7, una secuencia de proceso litográfico, de grabado en seco de óxido y de grabado en húmedo de silicio anisotrópico (la "etapa de grabado de parte inferior" mencionada anteriormente) se realiza en la superficie de la parte de base 44 opuesta a la primera superficie 41.

10 Del mismo modo, se forman las partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide) de las boquillas 31, cada una correspondiente a una cavidad sustancialmente cilíndrica específica 50.

En la etapa 8, un proceso de grabado en húmedo de óxido retira el óxido que no es necesario (tal como, por ejemplo, el óxido depositado en las boquillas 31). A continuación, si es necesario, se puede realizar un proceso de óxido final.

15 Cuarta realización

La figura 6 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la cuarta realización de la invención con la elección de proceso preferido.

En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; una capa de óxido de silicio se forma sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente a través de oxidación térmica.

20 En la etapa 2, a través de un proceso litográfico y de grabado posterior, de preferencia un grabado en seco, se retira una pluralidad de partes de óxido de silicio de la primera superficie 41. Cada zona de la que se retira el óxido corresponderá a una boquilla respectiva.

En la etapa 3, se realiza un proceso de grabado en seco (ésta es la "etapa de grabado de parte superior" mencionada anteriormente), de modo que se forman las cavidades sustancialmente cilíndricas 50.

25 En esta realización, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es mayor que la longitud longitudinal total de las boquillas correspondientes 31.

30 En la etapa 4, a través de una secuencia de proceso litográfico y de grabado en seco de óxido, se retiran partes de óxido que se encuentran alrededor de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50. Las cavidades cilíndricas 50 se protegen durante este proceso de grabado en seco de óxido de silicio con una máscara protectora aplicada durante el proceso litográfico.

En la etapa 5, un proceso de grabado en húmedo de silicio anisotrópico (la "etapa de grabado de parte inferior" mencionada anteriormente) forma las partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide) en las que, en la etapa 4, se ha eliminado el óxido.

35 En la etapa 6, se realiza un grabado en húmedo de óxido con el fin de retirar, de la segunda superficie 42, una parte central de óxido.

En la etapa 7, se realiza la "etapa de adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 a través de un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco). Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.

40 En la etapa 8, se realiza un grabado en húmedo de óxido y posteriormente una oxidación opcional.

Quinta realización

La figura 7 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la quinta realización de la invención con la elección de proceso preferido.

45 En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; una capa de óxido de silicio, que tiene preferiblemente un espesor de 1.400 nm, se forma sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente mediante oxidación térmica.

- En la etapa 2, a través de un primer proceso litográfico y de grabado posterior, preferiblemente un grabado en seco, se retira una pluralidad de partes de óxido de silicio de la primera superficie 41. Se emplea una sola máscara para definir los bordes de la parte inferior y la parte superior. Cada zona de la cual se retira el óxido corresponderá a una boquilla respectiva. En la etapa 2, se elimina aproximadamente la mitad del espesor de la capa de óxido de silicio (aproximadamente 700 nm). Preferiblemente, el grabado de óxido en la etapa 2 se realiza mediante grabado en seco.
- En la etapa 3, a través de un segundo proceso litográfico, la capa de óxido de silicio se cubre con un fotoprotector positivo, que a continuación se expone y desarrolla, dejando al descubierto la parte correspondiente a la parte superior.
- En la etapa 4, se realiza el grabado de la parte de óxido de silicio expuesta después de la etapa 3, retirando completamente el óxido de silicio de la zona correspondiente a la boquilla y reduciendo el espesor (aproximadamente 700 nm) de la zona que la rodea. Preferiblemente, el grabado de óxido en la etapa 4 se realiza mediante grabado en seco.
- En la etapa 5, se realiza un proceso de grabado en seco de silicio (ésta es la "etapa de grabado de parte superior" mencionada anteriormente), por lo que se forman las cavidades sustancialmente cilíndricas 50.
- En esta realización, la longitud longitudinal de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 es mayor que la longitud longitudinal total de las boquillas correspondientes 31.
- Después de esto, se forma una capa de óxido de silicio que tiene preferiblemente un espesor de 140 nm sobre las paredes de las cavidades sustancialmente cilíndricas 50, preferiblemente mediante oxidación térmica.
- En la etapa 6, a través de un tercer proceso litográfico, la capa de óxido de silicio se cubre con un fotoprotector negativo, que a continuación se expone y desarrolla con el fin de cubrir la parte correspondiente a las cavidades sustancialmente cilíndricas 50 y dejando al descubierto la parte restante de la capa de óxido de silicio. El revestimiento se puede hacer mediante la deposición de una película seca fotorresistente negativa o mediante revestimiento por pulverización de un fotoprotector negativo líquido.
- En la etapa 7, se realiza el grabado de la parte de óxido de silicio expuesta después de la etapa 6, retirando completamente el óxido de silicio de la zona correspondiente a los bordes de la parte inferior y reduciendo el espesor (aproximadamente 700 nm) de la zona circundante. Preferiblemente, el grabado de óxido de la etapa 7 se realiza mediante grabado en seco. Después de ello, se retira el fotoprotector.
- En la etapa 8, un proceso de grabado en húmedo de silicio anisotrópico (la "etapa de grabado de parte inferior" mencionada anteriormente) forma las partes inferiores 33 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide), de las que, en la etapa 7, se ha retirado el óxido.
- En la etapa 9, se realiza el grabado del óxido de silicio, retirando completamente las capas de óxido de silicio (delantera y posterior). Preferiblemente, el grabado de óxido en la etapa 9 se realiza mediante grabado en húmedo.
- Después de esto, se forma una nueva capa de óxido de silicio, que tiene preferiblemente un espesor de 140 nm, sobre toda la superficie, preferiblemente mediante oxidación térmica.
- En la etapa 10, se realiza un grabado de óxido con el fin de retirar, de la segunda superficie 42, una parte central de óxido; la protección del anillo externo se podría obtener a través de un proceso de enmascaramiento fotolitográfico, de una cinta protectora o mediante el uso de un soporte de oblea. Preferiblemente, el grabado de óxido en la etapa 10 se realiza mediante grabado en húmedo.
- Después de esto, se realiza la "etapa adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 mediante un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco). Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.
- Sexta realización
- La figura 8 muestra esquemáticamente las etapas básicas de la sexta realización de la invención con la elección proceso preferido.
- En la etapa 1, se proporciona una oblea de silicio 40; se forma una capa de óxido de silicio sobre la superficie externa de la oblea de silicio 40, preferiblemente mediante oxidación térmica.

En la etapa 2, a través de un proceso litográfico y de grabado posterior, preferiblemente un grabado en seco, se retira una pluralidad de partes de óxido de silicio de la primera superficie 41. Cada zona de la que se retira el óxido corresponderá a una boquilla respectiva.

5 En la etapa 3, un proceso de grabado en húmedo de silicio anisotrópico forma las partes individuales 34 (que tienen preferiblemente una forma sustancialmente en tronco de pirámide o piramidal), de las que, en la etapa 2, se ha retirado el óxido. En esta etapa, se elige la anchura de la base de la pirámide para que la altura de la pirámide final (o tronco de pirámide) sea mayor que el espesor de placa de boquilla final solicitada.

10 En la etapa 4, se realiza un grabado en húmedo de óxido con el fin de retirar, de la primera superficie 41 y de la segunda superficie 42, el óxido de silicio. Después de esto, se forma una nueva capa de óxido de silicio, que tiene preferiblemente un espesor de 140 nm, sobre toda la superficie, preferiblemente mediante oxidación térmica.

En la etapa 5, se realiza un grabado de óxido con el fin de retirar, de la segunda superficie 42, una parte central de óxido; la protección del anillo externo se podría obtener mediante un proceso de enmascaramiento fotolitográfico, una cinta protectora o mediante el uso de un soporte de oblea. De manera preferible, el grabado de óxido en la etapa 5 se lleva a cabo mediante grabado en húmedo.

15 En la etapa 6, se realiza la "etapa adelgazamiento", en la que la parte central 43 de la oblea de silicio 40 se retira actuando sobre la segunda superficie 42 a través de un grabado en húmedo de silicio (alternativamente mediante rectificado o grabado en seco). Como consecuencia de ello, la oblea de silicio 40 está ahora formada por la parte de base 44 y la parte periférica 45.

En la etapa 7, se realiza un grabado en húmedo de óxido y opcionalmente después una oxidación.

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un cabezal de impresión de chorro de tinta que comprende:
- proporcionar un sustrato de silicio (10) que incluye elementos de eyección activos (11);
 - 5 - proporcionar una capa de estructura hidráulica (20) para definir circuitos hidráulicos a través de los cuales fluye la tinta;
 - proporcionar una placa perforada de silicio (30) que tiene una pluralidad de boquillas (31) para la eyección de dicha tinta;
 - ensamblar dicho sustrato de silicio (10) con dicha capa de estructura hidráulica (20) y dicha placa perforada de silicio (30)
- 10 caracterizado por que la provisión de dicha placa perforada de silicio (30) comprende:
- proporcionar una oblea de silicio (40) que tiene una extensión sustancialmente plana delimitada por unas superficies primera y segunda (41, 42) opuestas una a la otra;
 - 15 - realizar una etapa de adelgazamiento en dicha segunda superficie (42) a fin de retirar de dicha segunda superficie (42) una parte central (43) que tiene una altura preestablecida (H), estando formada dicha oblea de silicio (40), después de dicha etapa de adelgazamiento, por una parte de base (44) que tiene una extensión plana y una parte periférica (45) que se extiende, desde dicha parte de base (44), transversalmente con respecto a la extensión plana de dicha parte de base (44);
 - formar en dicha oblea de silicio (40) una pluralidad de orificios pasantes, definiendo cada uno una boquilla correspondiente (31) para la eyección de dicha tinta.
- 20 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichas superficies primera y segunda (41, 42) están separadas por una distancia, estando definida la longitud longitudinal (L) de dichas boquillas (31) por una diferencia entre dicha distancia (D) y la altura (H) de dicha parte central (43).
3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que cada una de dichas boquillas (31) comprende una parte superior (32) y una parte inferior (33) axialmente alineada con dicha parte superior (32).
- 25 4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la parte superior (32) de cada una de dichas boquillas (31) tiene una forma sustancialmente cilíndrica.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en el que la parte inferior (33) de cada una de dichas boquillas (31) tiene forma sustancialmente de tronco de pirámide.
- 30 6. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la etapa de formación, en dicha oblea de silicio (40), de una pluralidad de orificios pasantes comprende:
- una etapa de grabado de parte superior en la que se forma una pluralidad de cavidades sustancialmente cilíndricas (50) en dicha oblea de silicio (40) en dicha primera superficie (41), definiendo al menos una parte de cada una de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50) la parte superior (32) de una boquilla correspondiente (31), teniendo cada cavidad sustancialmente cilíndrica (50) un primer extremo longitudinal (51) en dicha primera superficie (41) y un segundo extremo longitudinal (52) opuesto a dicho primer extremo longitudinal (51);
 - 35 - una etapa de grabado de parte inferior en la que se forma una parte inferior (33) en el segundo extremo (52) de al menos una parte de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50), obteniéndose así dichas boquillas (31).
7. Método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que dicha etapa de adelgazamiento se lleva a cabo después de dicha etapa de grabado de parte superior y antes de dicha etapa de grabado de parte inferior.
- 40 8. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la longitud longitudinal de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50) es sustancialmente igual al espesor de dicha parte de base (44).
9. Método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la longitud longitudinal de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50) es mayor que el espesor de dicha parte de base (44).
- 45 10. Método de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, que comprende además: una etapa de formación en la que se forma una o más cavidades de referencia (60), que tienen una longitud mayor que el espesor de dicha parte de base

(44), en dicha primera superficie (41), realizándose dicha etapa de formación antes de dicha etapa de adelgazamiento.

11. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5, en el que la etapa de formación en dicha oblea de silicio (40) de una pluralidad de orificios pasantes comprende:

5 - una etapa de grabado de parte superior en la que se forma una pluralidad de cavidades sustancialmente cilíndricas (50) en dicha oblea de silicio (40) en dicha primera superficie (41), definiendo al menos una parte de cada una de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50) la parte superior (32) de una boquilla correspondiente (31), teniendo cada cavidad sustancialmente cilíndrica (50) un primer extremo longitudinal (51) en dicha primera superficie (41) y un segundo extremo longitudinal (52) opuesto a dicho primer extremo longitudinal (51);

10 - una etapa de grabado de parte inferior en la que se forma una parte inferior (33) en el primer extremo (51) de al menos una parte de dichas cavidades sustancialmente cilíndricas (50), obteniéndose así dichas boquillas (31).

12. Método de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicha etapa de adelgazamiento se lleva a cabo después de dicha etapa de grabado de parte superior y dicha etapa de grabado de parte inferior.

15 13. Método de acuerdo con las reivindicaciones 6 a 10, en el que dicha etapa de enmascaramiento de dicha etapa de grabado de parte superior se realiza con una primera máscara sobre dicha primera superficie (41) y una etapa de enmascaramiento de dicha etapa de grabado de parte inferior se realiza con una segunda máscara sobre dicha segunda superficie (42).

20 14. Método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la alineación de dicha etapa de grabado de parte inferior con dicha etapa de grabado de parte superior se realiza utilizando como referencia dicho segundo extremo (52) de dicha cavidad sustancialmente cilíndrica (50).

15. Método de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la alineación de dicha etapa de grabado de parte inferior con dicha etapa de grabado de parte superior se realiza utilizando como referencia dichas cavidades de referencia (60).

25 16. Método de acuerdo con las reivindicaciones 11 a 12, en el que una etapa de enmascaramiento de dicha etapa de grabado de parte superior se realiza con una primera máscara y una etapa de enmascaramiento de dicha etapa de grabado de parte inferior se realiza con una segunda máscara, realizándose dichas etapas de enmascaramiento sobre dicha primera superficie (41).

30 17. Método de acuerdo con la reivindicación 16, en el que la alineación de dicha etapa de grabado de parte inferior con dicha etapa de grabado de parte superior se realiza utilizando como referencia dicho segundo extremo (52) de dicha cavidad sustancialmente cilíndrica (50).

18. Método de acuerdo con las reivindicaciones 11 a 12, en el que la alineación de dicha etapa de grabado de parte superior y dicha etapa de grabado de parte inferior se realiza con una sola máscara sobre dicha primera superficie (41).

35 19. Método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que cada una de dichas boquillas (31) tiene una forma sustancialmente en tronco de pirámide.

20. Método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la etapa de formación en dicha oblea de silicio (40) de una pluralidad de orificios pasantes comprende:

- una etapa de grabado de boquillas en la que se forma una pluralidad de cavidades sustancialmente en tronco de pirámide (33) en dicha oblea de silicio (40) en dicha primera superficie (41), obteniéndose así dichas boquillas (31).

40 21. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una etapa de corte, en la que se corta dicha oblea de silicio (40) y se obtiene una pluralidad de placas perforadas, incluida dicha placa perforada (30).

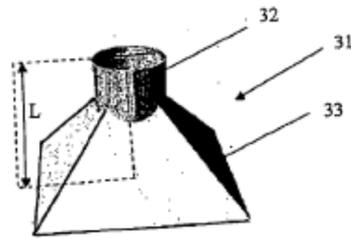
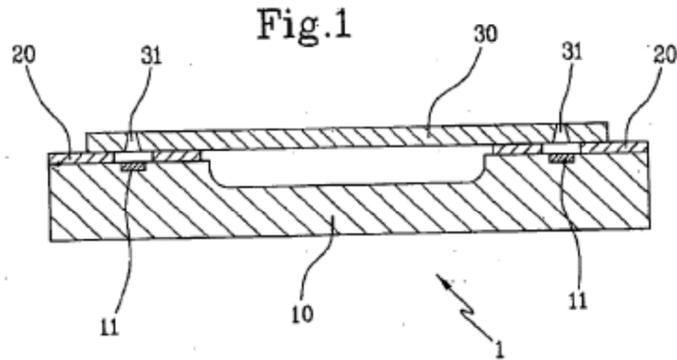


Fig.2

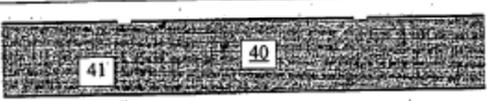
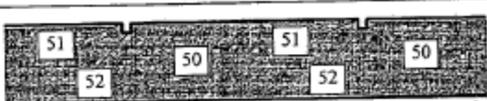
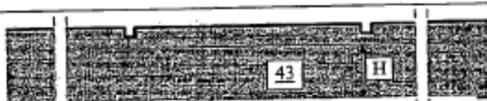
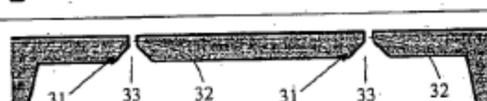
ETAPA	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		<ul style="list-style-type: none"> - Oblea 250 µm - Oxidación térmica
2		<ul style="list-style-type: none"> - Boquilla por litografía (31 µm) - Grabado en seco de óxido
3		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en seco de silicio (21 µm) - Reoxidación
4		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido (reverso)
5		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de silicio (70 ± TTV) - Reoxidación
6		<ul style="list-style-type: none"> - Embudo por litografía (91 µm – reverso) - Grabado en seco de óxido - Grabado en húmedo de silicio (49 µm) - Grabado en húmedo de óxido - Reoxidación

Fig.3

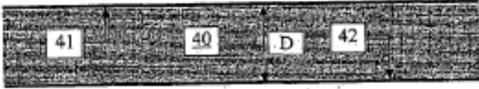
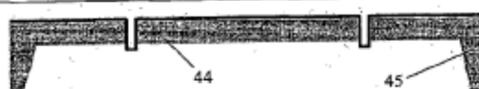
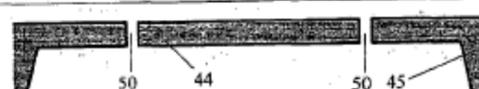
ETAPA	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		- Oblea 250 um (DSP) - Oxidación térmica
2		- Boquilla por litografía (31 um) - Grabado en seco de óxido
3		- Grabado en seco de silicio (80um) - Reoxidación (con o sin grabado en húmedo)
4		- Grabado en húmedo de óxido (reverso)
5		- Grabado en húmedo de silicio (70 ± TTV)
6		- Grabado en húmedo de óxido (plug) - Reoxidación
7		- Embudo por litografía (91 um – reverso) - Grabado en seco de óxido (¿en orificios??) - Grabado en húmedo de silicio (49 um)
8		- Grabado en húmedo de óxido - reoxidación

Fig.4

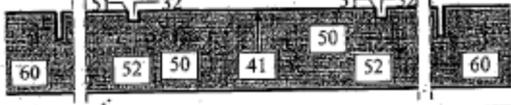
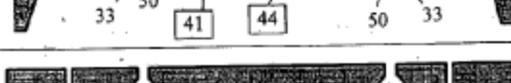
ETAPA	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		<ul style="list-style-type: none"> - Oblea 250 um (DSP) - Oxidación térmica
2		<ul style="list-style-type: none"> - Alineación por litografía. Orificios pasantes (80um) - Grabado en seco de óxido - Grabado en seco de silicio (60 um) - Reoxidación (no necesaria)
3		<ul style="list-style-type: none"> - Boquilla por litografía (31um) - Grabado en seco de óxido - Grabado en seco de silicio (21 um) - Reoxidación (con o sin grabado en húmedo)
4		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido en portador (reverso)
5		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de silicio (70 ± TTV)
6		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido (plug) - Reoxidación
7		<ul style="list-style-type: none"> - Embudo por litografía (91 um – reverso) - Grabado en seco de óxido - Grabado en húmedo de silicio (49 um)
8		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido - Reoxidación

Fig.5

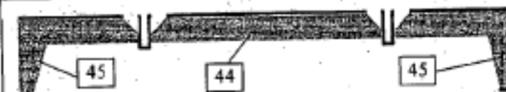
ETAPA	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		- Oblea 250 um (DSP) - Oxidación térmica
2		- Boquilla por litografía (31 um) - Grabado en seco de óxido
3		- Grabado en seco de silicio (80 um) - Reoxidación (con o sin grabado en húmedo)
4		- Embudo por litografía (91 um; resistencia en seco opcional) - Grabado en seco de óxido
5		- (Resistencia de cinta opcional) - Grabado en húmedo de silicio (49 um)
6		- Grabado en húmedo de óxido (reverso)
7		- Grabado en húmedo de silicio (70 ± TTV)
8		- Grabado en húmedo de óxido - Reoxidación

Fig.6

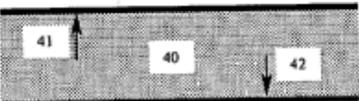
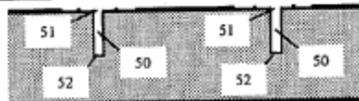
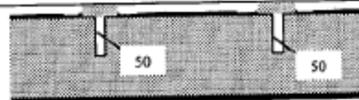
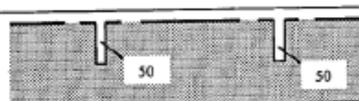
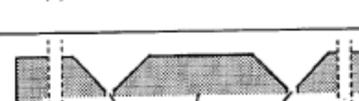
Etapa	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		<ul style="list-style-type: none"> - Oblea 250 um (DSP) - Oxidación térmica (1.400 nm)
2		<ul style="list-style-type: none"> - Boquilla y embudo por litografía - Grabado en seco de óxido
3		<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento fotorresistente positivo - Exposición y desarrollo
4		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en seco de óxido
5		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de silicio (80 nm) - Oxidación térmica (140 nm)
6		<ul style="list-style-type: none"> - Revestimiento fotorresistente negativo - Exposición y desarrollo
7		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en seco de óxido - Retirada fotorresistente
8		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de silicio
9		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en seco de óxido - Oxidación térmica (140 nm)
10		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido - Grabado en húmedo de silicio

Fig. 7

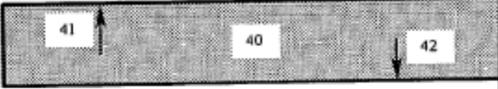
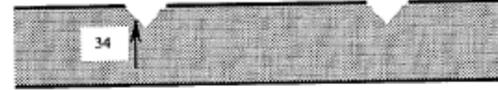
ETAPA	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN
1		<ul style="list-style-type: none"> - Oblea 250 um (DSP) - Oxidación térmica
2		<ul style="list-style-type: none"> - Boquilla por litografía (31 um) - Grabado de óxido
3		<ul style="list-style-type: none"> - (Resistencia de cinta opcional) - Grabado en húmedo de silicio
4		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido - Reoxidación
5		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado de óxido
6		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de silicio
7		<ul style="list-style-type: none"> - Grabado en húmedo de óxido - Reoxidación

Fig. 8

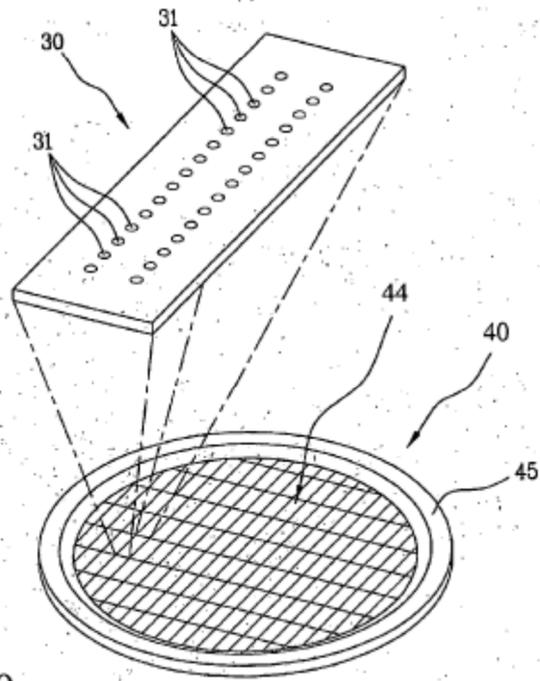


Fig.9