

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 684 584**

51 Int. Cl.:

B41J 2/045 (2006.01)

B41J 2/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.07.2014 PCT/IB2014/063584**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15015452**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2014 E 14766817 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 3027413**

54 Título: **Un actuador mejorado y método de accionamiento del mismo**

30 Prioridad:

31.07.2013 GB 201313739

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

03.10.2018

73 Titular/es:

**I.C. S.R.L. (100.0%)
Via Vittime 11 Settembre 2001, no. 25/P
41049 Sassuolo (MO), IT**

72 Inventor/es:

**GUIDOTTI, GIANMARIO;
BARBANTI, GIOVANNI y
FARETRA, MARCO**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 684 584 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

Un actuador mejorado y método de accionamiento del mismo

5 La presente invención se relaciona con un cabezal de impresión que tiene un actuador y un método para accionar el actuador, preferiblemente, pero no exclusivamente, en el que el actuador se usa en un cabezal de impresión para efectuar la generación de gotas.

10 Como es sabido, los actuadores convierten la energía electromagnética en movimiento mecánico. Por ejemplo, un actuador piezoeléctrico comprende un elemento piezoeléctrico al que se puede conectar una estructura/cuerpo en el que se desea impartir un movimiento controlado. El elemento piezoeléctrico, cuando se somete a un campo eléctrico E, se deforma desde una primera configuración a una segunda configuración, efectuando de ese modo un movimiento correspondiente del cuerpo/estructura conectado al elemento piezoeléctrico.

15 Un uso particularmente ventajoso de actuadores piezoeléctricos se relaciona con el control de un obturador para cerrar/abrir una entrada a una boquilla en una porción de la boquilla de un cabezal de impresión por inyección de tinta para expulsar gotas desde el mismo.

20 Un obturador es cualquier elemento mecánico que puede funcionar para acoplarse con la porción de la boquilla/boquilla para proporcionar un sello mecánico en la entrada a la boquilla, evitando/reduciendo así el flujo de fluido en la boquilla.

25 Por ejemplo, el documento EP1972450B muestra en sección un ejemplo de un cabezal 200 de impresión convencional usado para imprimir fluido (por ejemplo, esmalte o engobe) como se muestra en la Figura 1. El cabezal 200 de impresión comprende una cámara 202 de fluido que tiene una entrada de fluido (no mostrada) y salida de fluido (no mostrada), por lo que el fluido 204 fluye a través de la cámara 202 desde la entrada a la salida bajo una presión de 1 bar.

30 El cabezal 200 de impresión comprende un actuador en la forma de un elemento 206 piezoeléctrico que tiene un obturador 207 acoplado al mismo y ubicado dentro de la cámara 202, mientras que el cabezal 200 de impresión comprende además una porción 208 de la boquilla del cabezal de impresión, en el que la porción de la boquilla comprende al menos una boquilla 209 provista en su interior, para proporcionar una ruta de flujo desde el interior de la cámara 202 a un sustrato 210 a través de la boquilla 209.

35 La cámara 202 está provista con un sello 212 elastomérico, para evitar que el fluido salga de la cámara 202 en cualquier punto que no sea a través de la boquilla 209, o a través de la salida de fluido, por lo que el sello también puede funcionar para soportar el elemento 206 piezoeléctrico en la cámara 202, mientras que permite la deflexión del elemento 206 piezoeléctrico.

40 Como el obturador 207 está acoplado directamente al elemento 206 piezoeléctrico, se mueve en la dirección de desviación del elemento 206 piezoeléctrico, y está configurado para acoplarse con la porción 208 de la boquilla para cerrar la boquilla 209 cuando el elemento 206 piezoeléctrico está en una posición/configuración no desviada, y para desacoplarse de la porción 208 de la boquilla, abriendo así la entrada a la boquilla 209, cuando el elemento 206 piezoeléctrico está en una posición desviada.

45 En el cabezal 200 de impresión convencional descrito anteriormente, se divulga un elemento 206 piezoeléctrico de una sola capa, por lo que un electrodo se asegura en conexión eléctrica con una primera superficie del elemento 206, mientras que un segundo electrodo se asegura en contacto con una segunda superficie del elemento 206, y cuando se aplica un campo eléctrico, por ejemplo un voltaje, a través de los electrodos, se consigue la actuación del elemento 206 piezoeléctrico.

50 Se usa un módulo de control electrónico (no mostrado) para accionar el actuador con una señal de accionamiento controlable tal como una forma de onda de voltaje, por ejemplo para accionar el elemento 206 piezoeléctrico de modo que se desvíe de forma oscilatoria a una cierta frecuencia, por ejemplo, 1 kHz. Al hacer oscilar el elemento 206 piezoeléctrico entre la posición no desviada y desviada, es posible efectuar la expulsión del fluido desde la boquilla 209 en la forma de gotas.

55 Sin embargo, este método de accionamiento provoca un desgaste en el obturador 207 y la porción 208 de la boquilla que resulta del impacto continuo entre el obturador 207 y la porción 208 de la boquilla.

60 Por ejemplo, el daño progresivo del obturador 207 y/o la porción 209 de boquilla y/o la boquilla 209 (tales como marcas/canales de encostramiento debido a desgaste de cavitación/fricción), provoca problemas de sellado dentro de la cámara 202 o problemas de fuga de la cámara 202 cuando el obturador 207 está en la posición no desviada. El documento EP-A-665106 divulga el preámbulo de la reivindicación 1. Un objeto de la presente invención es ofrecer un actuador mejorado y un método para accionar el actuador que resuelva los inconvenientes descritos anteriormente. La invención es particularmente adecuada para aplicaciones en impresión por inyección de tinta.

65

- 5 En un primer aspecto, se proporciona un método para accionar un actuador, para un cabezal de impresión, en el que el actuador comprende: un elemento de accionamiento; un conjunto obturador, acoplable con el elemento de accionamiento, el elemento de accionamiento puede funcionar, dependiendo de una señal de accionamiento aplicada al mismo: una configuración de reposo, en la que el conjunto obturador está a una primera distancia de un plano de referencia; una primera configuración deformada, en la que el conjunto obturador está a una segunda distancia del plano de referencia mayor que la primera distancia; y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto obturador está en contacto con el plano de referencia; caracterizado porque el método comprende: suministrar la señal de accionamiento durante un primer ciclo de funcionamiento al elemento de accionamiento para hacer que el conjunto obturador se mueva entre la configuración de reposo y la primera configuración deformada.
- 10 Preferiblemente, el método comprende suministrar la señal de accionamiento al elemento durante un segundo ciclo de funcionamiento, para hacer que el elemento de accionamiento pase de la configuración de reposo a la segunda configuración deformada.
- 15 Preferiblemente, el elemento actuador es un elemento piezoeléctrico.
- Preferiblemente, la señal de accionamiento se proporciona como una forma de onda de voltaje.
- 20 Preferiblemente, la señal de accionamiento comprende datos de impresión.
- 25 En un segundo aspecto, se proporciona un actuador 1, para un cabezal de impresión: en el que el actuador comprende: un elemento de accionamiento, un conjunto obturador, acoplable con el elemento actuador; en el que el elemento de accionamiento es operable para asumir, dependiendo de una señal de accionamiento aplicada al mismo: una configuración de reposo, en la que el conjunto obturador está a una primera distancia de un plano de referencia; una primera configuración deformada, en la que el conjunto obturador está en una segunda distancia del plano de referencia mayor que la primera distancia, y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto obturador está en contacto con el plano de referencia, en la que: un módulo de control es configurado para regular una señal de accionamiento al elemento de accionamiento para hacer que el conjunto obturador se mueva entre la configuración de reposo y la primera configuración deformada durante un primer ciclo de funcionamiento.
- 30 Preferiblemente, el módulo de control está configurado para regular la señal de accionamiento para hacer que el elemento de accionamiento pase de la configuración de reposo a la segunda configuración deformada durante un segundo ciclo de funcionamiento.
- 35 Preferiblemente, el módulo de control está configurado para regular la señal de accionamiento para hacer que el elemento de accionamiento pase de la configuración de reposo a la segunda configuración deformada durante un segundo ciclo de funcionamiento.
- 40 Preferiblemente, la señal de accionamiento se refiere a datos de impresión.
- 45 Preferiblemente, el elemento de accionamiento comprende al menos una capa piezoeléctrica.
- 50 Preferiblemente, la al menos una capa piezoeléctrica está dispuesta como un bimorfo.
- 45 Preferiblemente, el elemento de accionamiento comprende una pluralidad de capas piezoeléctricas, en el que las capas piezoeléctricas son operables para ser controladas usando un primer nivel de voltaje aplicado a un primer electrodo asociado con la pluralidad de capas; un segundo nivel de voltaje aplicado a un segundo electrodo asociado con la pluralidad de capas, y un tercer nivel de voltaje aplicado a un tercer electrodo asociado con la pluralidad de capas, y en el que el primer voltaje es más alto que el segundo voltaje y en el que el tercer voltaje es controlable entre el voltaje primero y segundo.
- 55 Preferiblemente, el conjunto obturador comprende una superficie de sellado operable para contactar el plano de referencia en la segunda configuración deformada del elemento piezoeléctrico.
- 60 En un tercer aspecto, se proporciona un cabezal de impresión que comprende una entrada de la boquilla, una boquilla y una salida de la boquilla, en el que la entrada de la boquilla está dispuesta en una superficie de detención dispuesta en el plano de referencia, y que comprende además un actuador, en el que el actuador comprende: un elemento de accionamiento, un conjunto obturador, acoplable con el elemento actuador; en el que el elemento de accionamiento es operable para asumir, dependiendo de una señal de accionamiento aplicada al mismo: una configuración de reposo, en la que el conjunto obturador está a una primera distancia de un plano de referencia; una primera configuración deformada, en la que el conjunto obturador está a una segunda distancia del plano de referencia mayor que la primera distancia, y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto obturador está en contacto con el plano de referencia, en el que: un módulo de control es configurado para regular una señal de accionamiento para el elemento de accionamiento para hacer que el conjunto obturador se mueva entre la configuración de reposo y la primera configuración deformada durante un primer ciclo de funcionamiento.
- 65

Preferiblemente, el primer ciclo operativo es operable para generar al menos una gota desde la salida de la boquilla.

Preferiblemente, el segundo ciclo operativo es operable para evitar la eyección de gotas desde la salida de la boquilla.

5

Preferiblemente, en el que el fluido comprende esmaltado, o en el que el fluido comprende engobe.

En un cuarto aspecto, se proporciona un cabezal de impresión que usa el método descrito anteriormente para generar al menos una gota.

10

En un quinto aspecto, se proporciona una impresora que comprende el cabezal de impresión descrito anteriormente.

En un sexto aspecto, se proporciona una señal de accionamiento para accionar un actuador para un cabezal de impresión de inyección de tinta entre XO y X1.

15

Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán más claramente a partir de la descripción detallada que sigue, ilustrada por medio de los ejemplos no limitantes en los dibujos adjuntos, en los que:

20

La Figura 1 muestra en sección un ejemplo de un cabezal de impresión convencional de la técnica anterior;

La Figura 2 muestra una vista esquemática de un actuador de acuerdo con una primera realización de la presente invención, en una configuración inicial;

25

La Figura 3 muestra una vista esquemática del actuador de la Figura 2 en una primera configuración deformada;

30

La Figura 4 muestra una vista esquemática del actuador de la Figura 2, en una segunda configuración deformada;

La Figura 5a es un esquema que muestra un ejemplo de diferencial de voltaje entre el primer, segundo y tercer electrodos del actuador de la Figura 2;

35

La Figura 5b es un esquema que muestra un ejemplo de diferencial de voltaje entre el primer, segundo y tercer electrodos del actuador de la Figura 3;

40

La Figura 5c es un esquema que muestra un ejemplo de diferencial de voltaje entre el primer, segundo y tercer electrodos del actuador de la Figura 4;

La Figura 6 muestra una vista esquemática de un actuador de acuerdo con una segunda realización para una segunda realización de la presente invención, en una configuración inicial;

45

La Figura 7 muestra una vista esquemática del actuador de la Figura 6 en una primera configuración deformada;

La Figura 8 muestra una vista esquemática del actuador de la Figura 6, en una segunda configuración deformada;

La Figura 9a es una forma de onda de ejemplo que muestra el diferencial de voltaje entre dos electrodos del actuador de las Figuras 2 y 6;

50

La Figura 9b es una forma de onda de ejemplo que muestra el espacio de separación entre la superficie de un obturador y un plano de referencia como resultado del accionamiento del actuador de la Figura 6.

La Figura 10a es un esquema que muestra un actuador de pila piezoeléctrico en una tercera realización de la presente invención;

55

La Figura 10b es un esquema que muestra un actuador de pila piezoeléctrico en la tercera realización de la presente invención;

La Figura 10c es un esquema que muestra un actuador de pila piezoeléctrico en la tercera realización de la presente invención;

60

La Figura 11a es un esquema que muestra un actuador de pila piezoeléctrico en una cuarta realización de la presente invención;

La Figura 11b es un esquema que muestra el actuador de pila piezoeléctrico en la cuarta realización de la presente invención; y

65

La Figura 11c es un esquema que muestra un actuador de pila piezoeléctrico en la cuarta realización de la presente invención.

Haciendo referencia a las Figuras con más detalle y de acuerdo con una primera realización de la invención, la Figura 2 muestra una vista esquemática de un actuador 1, en una configuración inicial/de reposo; la Figura 3 muestra una vista esquemática del actuador 1 en una primera configuración deformada; la Figura 4 muestra una vista esquemática del actuador 1, en una segunda configuración deformada. Se observará que el término "configuración inicial" no se limita al actuador que está en una configuración deformada o no deformada.

El actuador 1 de acuerdo con una realización preferida de la presente invención comprende un elemento 2 piezoeléctrico formado, por ejemplo, de titanato de zirconato de plomo (PZT), titanato de bario, niobato de sodio y potasio (KNN) y/o titanato de bismuto y sodio (BNT) o cualquier material adecuado, que proporcione una desviación controlada del mismo al aplicar una señal de activación al mismo.

En una realización preferida, el elemento 2 piezoeléctrico es una placa rectangular sustancialmente plana que comprende una o más capas piezoeléctricas, configurada para funcionar como un bimorfo, por lo que la activación y contracción de las capas crea un momento de flexión que convierte un cambio transversal en longitud en un gran desplazamiento de flexión perpendicular a la contracción. Tal funcionalidad se obtiene usando elementos piezoeléctricos conocidos, por ejemplo, un actuador piezoeléctrico de flexión PICMA® (por ejemplo, PL1 12-PL140), que permite un control diferencial completo del desplazamiento. Se apreciará que la forma del elemento no está restringida a ser una placa rectangular, sino que puede ser cuadrada, distal o cualquier forma adecuada.

En la realización preferida, al menos un par de capas 21, 22 piezoeléctricas polares están acopladas entre sí a lo largo de las superficies planas, por lo que los dos elementos están montados uno junto al otro. Las capas 21 y 22 están conectadas a tres electrodos o terminales V1, V2 y V3 que se pueden direccionar por un usuario para suministrar una señal de accionamiento controlable al elemento 2 piezoeléctrico, por ejemplo, para proporcionar un diferencial de voltaje controlable a través de las capas 21, 22.

Tal estructura multicapa puede afectar el desplazamiento bidireccional, donde una capa se contrae mientras que otra capa se contrae en mayor o menor medida, se expande o no se contrae.

Para accionar esta configuración y para efectuar la desviación del elemento piezoeléctrico, dos electrodos V1 y V2 se proporcionan en las dos capas 21, 22, mientras que se proporciona un tercer electrodo V3 entre las dos capas 21 y 22. Un módulo 4 de control se usa para suministrar una señal de accionamiento controlable para accionar los electrodos, por ejemplo para proporcionar un diferencial de voltaje controlable (ΔV) a través de los electrodos.

El elemento 2 piezoeléctrico también puede comprender más de un par de elementos piezoeléctricos polares dispuestos en una pila de múltiples capas, por ejemplo como una disposición de tipo bloque/timbre, por lo que la pila multicapa de elementos piezoeléctricos comprende electrodos interdigitados que se pueden direccionar individualmente o en grupos por el módulo de control 4 con el fin de accionar pares de bicapas simultáneamente como se muestra en las Figuras 10a-10c y 11a-11c a continuación.

En la presente realización, el elemento 2 piezoeléctrico está situado en medios de 8 retención, por ejemplo pernos de acero inoxidable, situados hacia cada uno de sus extremos, de modo que el elemento se mantiene en posición sobre el mismo, de manera que se desvía en una dirección cóncava y/o convexa con respecto a un plano de referencia A. Sin embargo, se pueden reemplazar tales pernos de retención usando cualquier medio de montaje/retención adecuado, por ejemplo una superficie de un cabezal de impresión en el que se encuentra el actuador, abrazaderas, soportes elastoméricos etc. Como se apreciará, una fuerza hacia abajo y/o lateral se puede aplicar sobre el elemento 2 piezoeléctrico para retenerlo en posición con relación a los medios 8 de retención.

Para la presente realización, cuando el actuador se usa en un cabezal de impresión, tal como, por ejemplo, un cabezal 200 de impresión convencional, un conjunto 3 obturador está unido al elemento 2 piezoeléctrico.

El conjunto 3 obturador comprende un cabezal 30 de la válvula conectado al elemento 2 piezoeléctrico por un elemento de conexión tal como, por ejemplo, una barra 29 de conexión. Se apreciará que es ventajoso para el cabezal 30 de la válvula y la barra 29 de conexión ser fabricados de un material que proporciona resistencia mecánica a un fluido en contacto con el mismo. Por lo tanto, cuando se usa un fluido tal como un esmaltado como se describe a continuación, el cabezal 30 de la válvula está fabricado de materiales tales como NBR 70 Shore A o Titanio Grado 5 mientras que la barra 29 de conexión está formada de por ejemplo una polieterimida termoplástica (PEI) tal como Ultem 1000.

Un primer extremo de la barra 29 de conexión se asegura al elemento 2 piezoeléctrico usando un adhesivo adecuado tal como Loctite o un epoxi, mientras que el extremo distal de la barra 29 de conexión se inserta en el extremo abierto del cabezal 30 de la válvula y asegurado con pegamento tal como Loctite o un epoxi. En una realización alternativa, el cabezal de la válvula está acoplado directamente al elemento 2 piezoeléctrico, sin la necesidad de una barra 29 de conexión.

El exterior del cabezal 30 de la válvula comprende una superficie 31 de la válvula sustancialmente plana en el segundo extremo, por ejemplo que tiene una rugosidad superficial (R_a) en el intervalo de, por ejemplo, $R_a = 0.05-1 \mu\text{m}$ y preferiblemente en el intervalo de $R_a = 0.4-0.8 \mu\text{m}$.

5 Un módulo 4 de control está configurado para regular la señal de accionamiento, por ejemplo un campo eléctrico en la forma de un voltaje aplicado o diferencial de voltaje suministrado al elemento 2 piezoeléctrico de modo que asume una configuración inicial, en la que el conjunto 3 obturador está a una primera distancia XO del plano de referencia A como se muestra en la Figura 2 (es decir, en XO); una primera configuración deformada, en la cual el conjunto 3 obturador está a una segunda distancia X1 del plano de referencia A mayor que la primera distancia XO como se muestra en la Figura 3 (es decir, en X1); y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto 3 obturador está en contacto con el plano de referencia A como se muestra en la Figura 4 (es decir, en A).

10 Se apreciará también que XO y X1 se relacionan con la distancia entre el plano de referencia A y la superficie 31 de la válvula del conjunto 3 obturador. Además, se apreciará que partes de la descripción que describen el conjunto obturador, elemento piezoeléctrico, o cabezal de la válvula que está en XO o X1 se interpretará como que indican que la superficie 31 de la válvula está a una distancia XO o X1 del plano de referencia A, respectivamente.

15 Como se verá en la Figura 2 que el elemento 2 piezoeléctrico se deforma cuando el conjunto 3 obturador está en XO, pero, como se describió anteriormente, el elemento 2 piezoeléctrico puede, en una realización alternativa, estar dispuesto para no ser deformado cuando el conjunto 3 obturador está en XO.

20 Para las realizaciones a continuación, se verá que en un primer ciclo operativo, el módulo 4 de control está configurado para regular el voltaje de suministro al elemento 2 piezoeléctrico de tal manera que haga que el elemento 2 piezoeléctrico se desvíe repetidamente entre la configuración inicial y la primera configuración deformada según se requiera, por lo que dicha deflexión de X1 a XO afecta la generación de gotas.

25 Además, en un segundo ciclo de funcionamiento, el módulo 4 de control está además configurado para regular el voltaje de suministro al elemento 2 piezoeléctrico para mantener el elemento 2 piezoeléctrico en la segunda configuración deformada.

30 Los ciclos de funcionamiento primero y segundo son extremadamente ventajosos, particularmente porque permiten la deposición controlada de gotas a través de una salida de la boquilla, sobre un sustrato tal como baldosas cerámicas. Tal funcionalidad se describe a continuación con mayor detalle.

35 Aunque que el funcionamiento del cabezal de impresión se describe a continuación usando esmaltado, se apreciará que podría usarse cualquier fluido adecuado dependiendo de la aplicación específica, por ejemplo tinta con base en metil etil cetona o acetona para imprimir en cartón/papel/empaques de alimentos, una tinta basada en polímero/metálica para impresión en 3D, engobe para imprimir en cerámica, o un fluido con base en alimentos como el chocolate.

40 El propio esmaltado puede contener pigmentos para proporcionar color después de la cocción, y/o comprender otros aditivos tales como arcilla, para proporcionar diferentes acabados tales como acabados brillantes, mate, opacos que se pueden combinar en la misma superficie, así como efectos especiales tal como tonos metálicos y brillo.

45 Una composición de esmaltado de ejemplo adecuada para impresión digital se divulga en ES2386267. Los tamaños de partícula dentro del esmaltado están generalmente en el intervalo de entre $0.1 \mu\text{m}$ - $40 \mu\text{m}$, pero preferiblemente de hasta $10 \mu\text{m}$, y más preferiblemente el esmaltado tiene una distribución de tamaño de partícula según la cual $D_{90} < 6 \mu\text{m}$.

50 Alternativamente, se puede usar engobe en el cabezal de impresión, por lo que, como apreciará una persona experta en la técnica, el engobe se usa para proporcionar una inspección o un perfil limpio consistente en la superficie de la baldosa.

55 El engobe es una suspensión de partículas de arcilla, mientras que el esmaltado generalmente comprende una suspensión de frita de vidrio con base en agua o disolvente, o una suspensión dentro de una solución, constituida por una parte líquida que tiene una cantidad de partículas/polvos minerales dispersos en ella, por lo que la formulación de esmaltado específica depende de los requisitos del usuario final. Un esmaltado también puede contener engobe.

60 El cabezal de impresión comprende una cámara de fluido, diseñada para contener el esmaltado que se va a depositar sobre un sustrato, por lo que el esmaltado se suministra a la cámara desde un sistema de suministro de esmaltado controlado a través de una entrada y una salida a una presión de, por ejemplo 0.1Bar - 10Bar , y preferiblemente, en el que la presión está preferiblemente entre 0.5 y 1.5Bar , y preferiblemente, por lo que la presión es sustancialmente igual a 1Bar .

65

La cámara de fluido está provista con una porción 5 de la boquilla, equipada con una boquilla 6 pasante que proporciona comunicación de fluido entre la cámara de fluido y el exterior del cabezal de impresión, con el fin de permitir la eyección de fluido desde la cámara de fluido, a través de una salida 62 de la boquilla, para la deposición sobre un sustrato.

En general, la porción 5 de boquilla se refiere a una parte de la cámara de fluido que tiene al menos una boquilla 6 formada en la misma. La porción 5 de boquilla está formada de cualquier material adecuado que tenga propiedades mecánicas y químicas resistentes a los fluidos usados en las aplicaciones de impresión particulares requeridas por un usuario, por ejemplo PEEK (KETRON), PEI, acero inoxidable (LS316) o silicio, por lo que la boquilla 6 se forma en la misma mediante una técnica de fabricación adecuada, por ejemplo mediante mecanizado por microdescarga eléctrica (EDM)/mecanizado por láser/grabado químico, etc. La porción 5 de boquilla puede conformarse integrada a la cámara de fluido durante la fabricación de la cámara, o puede ser un elemento separado que se ensambla en la cámara durante la fabricación del cabezal de impresión, y asegurado en su lugar usando un adhesivo adecuado, por ejemplo Loctite o un epoxi.

Cuando se imprime con esmaltado o engobe, la boquilla 6 preferiblemente tiene un diámetro entre 300 μm - 500 μm , y sustancialmente entre 375 μm - 425 μm , y preferiblemente de manera sustancial el diámetro es sustancialmente igual a 400 μm pero, dependiendo de la aplicación específica y/o del esmaltado o engobe usado, el diámetro de la boquilla puede estar en el intervalo de 80 μm - 1000 μm .

En la presente realización, la boquilla 6 está provista con una entrada 61 de la boquilla dispuesta en una superficie 51 de detención, de la porción 5 de la boquilla, por lo que la entrada 61 tiene un diámetro más ancho que la boquilla 6, por ejemplo 1000-2000 μm , y preferiblemente \sim 1500 μm y, más preferiblemente, que se estrecha, por ejemplo en una pendiente de 60°, al diámetro específico de la boquilla 6. Además, en la presente realización, la salida 62 de la boquilla tiene un perfil similar a la entrada 61 de la boquilla en que la salida 62 tiene un diámetro más ancho que la boquilla 6, por ejemplo 1000-2000 μm , y preferiblemente \sim 1500 μm y que se estrecha, por ejemplo en una pendiente de 60°, al diámetro específico de la boquilla 6. La superficie 51 de detención está situada en el plano de referencia A.

Se apreciará que los diámetros específicos y los valores de estrechamiento de la entrada 61 de la boquilla, la salida 62 y la boquilla 6 variarán dependiendo de la aplicación específica y/o el esmaltado usados.

Se sabe que un estrechamiento en la salida 62 de la boquilla afecta a la humectación en la superficie adyacente a la boquilla y, por lo tanto, afecta la generación de gotas, mientras que un estrechamiento en la entrada 61 de la boquilla mejora el flujo de fluido en la boquilla 6. Sin embargo, dependiendo en la aplicación, el ángulo específico del estrechamiento ya sea en la entrada 61 de la boquilla o en la salida 62 de la boquilla puede reducirse o eliminarse del todo, como apreciará una persona experta en la técnica. No existe el requisito de que los diámetros y el estrechamiento de la entrada 61 de la boquilla y la salida 62 de la boquilla sean los mismos, aunque en algunos casos puede ser el caso.

El elemento 2 piezoeléctrico de acuerdo con la presente invención está dispuesto dentro del cabezal de impresión de manera que, en la segunda configuración deformada, la superficie 31 de la válvula del conjunto 3 obturador se fuerza en contacto con la superficie 51 de detención de la porción 5 de la boquilla y se dispone para sellar sustancialmente la entrada 61 de la boquilla.

En la presente realización, el cabezal 30 de la válvula está formado por un componente cilíndrico con forma de tubo que tiene un diámetro interno de aproximadamente 1.9 mm y un diámetro exterior de aproximadamente 4 mm.

Sin embargo, se apreciará que el diámetro del cabezal 30 de la válvula no está limitado a un diámetro exterior en el intervalo milimétrico, sino que al menos será igual al diámetro de la entrada 61 de la boquilla, y será preferiblemente mayor que el diámetro de la entrada 61 de la boquilla.

Además, no hay ningún requisito para que el cabezal 30 de la válvula sea cilíndrico, pero se apreciará que la superficie 31 de la válvula mismo se extenderá suficientemente para cubrir la entrada 61 de la boquilla cuando el elemento 2 piezoeléctrico se encuentre en la segunda configuración deformada (Figura 4).

Por lo tanto, cuando la superficie 31 de la válvula está en contacto con la superficie 51 de detención de la porción 5 de la boquilla, se proporciona un sello/obstrucción mecánica alrededor de la entrada 61 de la boquilla, de modo que se evita/restringe el ingreso de fluido a la boquilla 6 a través de la entrada 61 de la boquilla.

En todas las realizaciones descritas, la superficie 31 de la válvula es sustancialmente plana, y está colocada paralela con relación al plano de referencia A, sin embargo, se apreciará que la superficie 31 de la válvula no está limitada a ser plana y en realizaciones alternativas puede ser cóncava/convexa/piramidal etc., pero, en cualquier configuración, la superficie 31 de la válvula debería estar conformada para evitar/restringir el flujo de esmaltado hacia la entrada 61 de la boquilla mientras está en contacto con la superficie 51 de detención.

Durante el primer ciclo de funcionamiento, el elemento 2 piezoeléctrico es accionado de manera que se desvía en modo de flexión desde la configuración inicial (Figura 2) a la primera configuración deformada (Figura 3) y de vuelta a la configuración inicial (Figura 2) por medio de la regulación de la señal de accionamiento realizada por el módulo 4 de control. El ciclo de funcionamiento puede repetirse de manera que el elemento 2 piezoeléctrico oscile a una frecuencia de, por ejemplo, entre 0.1 kHz a 10 kHz y preferiblemente en el intervalo de 0.8 kHz a 1.2 kHz, y aún más preferiblemente a 1 kHz.

Como se describió anteriormente, la oscilación del elemento 2 piezoeléctrico en el primer ciclo de funcionamiento efectúa un movimiento correspondiente del conjunto 3 obturador acoplado al mismo, a la misma frecuencia, entre XO y X1, por lo que el movimiento del conjunto 3 obturador entre XO y X1 efectúa la expulsión del fluido desde la boquilla 5 como se describe a continuación.

Se apreciará que durante el primer ciclo operativo, está presente un espacio de separación de al menos XO entre las superficies 31 y 51. Por lo tanto, a diferencia de los cabezales de impresión convencionales, la superficie 31 de la válvula no entra en contacto físicamente con la superficie 51 de detención durante la expulsión de gota desde la salida 62 de la boquilla.

En la presente realización, la distancia XO es sustancialmente igual a 2 μm , pero cualquier valor adecuado puede usarse, por ejemplo, entre 0.1 μm y 25 μm , y preferiblemente entre 1 μm y 3 μm , lo que asegura que el flujo de fluido se evita o se restringe sustancialmente que fluye hacia la boquilla 6 cuando la superficie 31 de la válvula está a la distancia XO.

Se apreciará que debido a que no hay impacto entre el cabezal 30 de la válvula y la superficie 51 de detención durante la expulsión de gota desde la salida 62 de la boquilla, tal funcionalidad reduce los efectos causados por el desgaste/impacto por fricción entre la superficie 31 de la válvula y/o la porción 5 de la boquilla.

Se apreciará que la señal de accionamiento puede comprender datos de impresión, que se relacionan con cuándo se deben expulsar gotas desde el cabezal de impresión (es decir, cuando se requiere que se impriman píxeles en un sustrato), y cuando las gotas no se deben expulsar del cabezal de impresión (es decir, cuando no se requiere que se imprima ningún píxel en un sustrato). Los datos de impresión pueden enviarse al módulo 4 de control a través de una computadora, por lo que el módulo de control proporciona la señal de accionamiento correspondiente al actuador, como es sabido en la técnica.

El primer ciclo operativo se usa preferiblemente de forma repetida entre píxeles adyacentes que se van a imprimir, es decir, para los que están presentes datos de impresión y se requiere que se expulsen gotas.

Cuando no se requieren que se expulsen gotas, por ejemplo al final de una ejecución de impresión, el segundo ciclo de operación se proporciona mientras no se requiera que se expulse una gota, es decir, no se requiere que se imprima un píxel en un sustrato.

En el segundo ciclo de funcionamiento, el módulo 4 de control regula la señal de accionamiento de modo que el elemento 2 piezoeléctrico asume la segunda configuración deformada. En la segunda configuración deformada, la superficie 31 de la válvula del conjunto 3 obturador está situada en contacto con la superficie 51 de detención de la porción 5 de la boquilla, sellando así sustancialmente la entrada 61 de la boquilla.

Ya que el contacto entre el cabezal 30 de la válvula y la porción 5 de la boquilla solo ocurre cuando no se requiere una caída, el desgaste entre el conjunto 3 obturador y la porción 5 de la boquilla se reduce significativamente en comparación con los cabezales de impresión convencionales, y la probabilidad de daño a el conjunto 3 obturador y/o la porción de la boquilla y/o la boquilla, lo que compromete el cierre de la boquilla, se reduce, incluso después de repetidos ciclos de operación del elemento 2 piezoeléctrico.

Un ejemplo de una estrategia de accionamiento para los ciclos operativos descritos en las Figuras 2 - 4 se demuestra en las Figuras 5a, 5b y 5c, que demuestran ejemplos de la señal de accionamiento aplicada como diferencial de voltaje a través de los electrodos del elemento 2 piezoeléctrico con el fin de lograr el desplazamiento particular del elemento 2 piezoeléctrico. Las capas 21 y 22 están polarizadas en la misma dirección que la indicada por las flechas 24 de dirección de polarización.

Cuando el diferencial de voltaje a través de las capas del elemento 2 piezoeléctrico es sustancialmente igual a 0V, el elemento 2 piezoeléctrico está en una configuración no deformada, de modo que la superficie 31 de la válvula está posicionada entre XO y X1 desde la superficie 51 de detención.

Para el primer ciclo operativo, el elemento 2 piezoeléctrico se desvía inicialmente a la configuración inicial de manera que la superficie 31 de la válvula está en XO que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 2 mm desde la superficie 51 de detención. Tal configuración se obtiene aplicando un diferencial de voltaje de aproximadamente -28 V DC a través de V1 y V3, haciendo así que la capa 21 piezoeléctrica se contraiga en la dirección indicada por las flechas 23 en la Figura 5a, mientras aplica simultáneamente un diferencial de voltaje de

aproximadamente -2V a través de V3 y V2, de modo que la capa 22 se contrae en menor medida que la capa 21. Como un resultado de la mayor contracción de la capa 21, el elemento 2 piezoeléctrico bimorfo se deforma de manera tal que el conjunto obturador está en XO (Figura 2).

5 El elemento 2 piezoeléctrico se desvía posteriormente a la primera configuración deformada de tal manera que la superficie 31 de la válvula está en X1, que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 30 μm desde la superficie 51 de detención.

10 Esta configuración se obtiene, por ejemplo, aplicando un diferencial de voltaje de aproximadamente 0V a través de V1 y V3, de forma que la capa 21 no se deforme, mientras que aplica simultáneamente un diferencial de voltaje de aproximadamente -30V a través de V3 y V2, de forma que la capa 22 se contrae en una dirección indicada por las flechas 23 en la Figura 5b. Como un resultado de la contracción de la capa 22, el elemento piezoeléctrico bimorfo se deforma de manera tal que el conjunto 3 obturador está en la primera configuración deformada, es decir, en X1 (Figura 3).

15 Para completar el primer ciclo operativo, el elemento piezoeléctrico se desvía de nuevo a la configuración inicial como se describió anteriormente, es decir, de manera que el conjunto obturador está en XO.

20 El esmaltado fluye a través de la entrada 61 de la boquilla a la boquilla 6 durante el período en que el elemento 2 piezoeléctrico está en la primera configuración deformada, es decir, cuando la superficie 3 de la válvula está en X1 y continúa fluyendo en la entrada 61 de la boquilla hasta que la boquilla 6 se llena o hasta que el espacio entre la superficie 31 de la válvula y la superficie 51 de detención se reduce a una distancia suficiente que impide/restringe sustancialmente el flujo de esmaltado hacia la entrada 61 de la boquilla para llenar la boquilla 6, es decir, cuando la superficie 31 de la válvula está sustancialmente en XO.

25 El accionamiento del elemento 2 piezoeléctrico que usa la forma de onda para accionar la superficie de la válvula entre XO y X1 efectúa la eyección de una gota desde la boquilla 6, por ejemplo, como un píxel depositado sobre un sustrato.

30 Si se requiere eyectar una gota adicional desde la boquilla 6 a una superficie de un sustrato, por ejemplo, si se requiere que se deposite un píxel adicional sobre un sustrato, entonces el mismo primer ciclo operativo, o una variación del mismo, se repite, es decir, se provoca que el elemento 2 piezoeléctrico se desvíe entre XO y X1. Dicha funcionalidad, regulada por el módulo 4 de control, puede proporcionarse al módulo 4 de control como una forma de onda o instrucciones de programa a través de una red de comunicaciones (por ejemplo, internet), un medio de almacenamiento o mediante un terminal de computadora conectado al módulo de control, o mediante cualquier otro medio adecuado.

35 La distancia XO a la que se impide/restringe sustancialmente que fluya el esmaltado en la entrada 61 de la boquilla depende de factores tales que incluyen la presión en la cámara; la distancia a la que la superficie 31 de la válvula se extiende hacia fuera sobre la circunferencia de la entrada 61 de la boquilla; el momento en que la superficie 31 de la válvula se separa de la superficie 51 de detención a una distancia suficiente para que el fluido fluya hacia la boquilla 6, a través de la entrada 61 de la boquilla; y las propiedades específicas del esmaltado.

40 Por lo tanto, XO está determinado por el esmaltado que se usa en el cabezal de impresión, las restricciones de flujo planteadas por la boquilla y el diámetro del cabezal de la válvula que define la superficie 31 de la válvula. Sin embargo, se apreciará que la presión del fluido dentro la cámara de fluido afectará el espacio de separación mínimo para XO, por lo que el aumento de la presión en la cámara afectará/aumentará el flujo de esmaltado a través de la entrada 61 para un cierto espacio.

45 Además, la distancia a la que la superficie 31 de la válvula se extiende hacia fuera con respecto a la entrada 61 de la boquilla también afecta el flujo de esmaltado hacia la entrada 61 de la boquilla, de manera que aumentar la distancia a la que que la superficie de la válvula 31 se extiende sobre la entrada 61 de la boquilla disminuirá el flujo de esmaltado en la entrada 61 de la boquilla.

50 La distancia XO puede por lo tanto ajustarse dependiendo del fluido particular y/o con respecto a parámetros de sistemas particulares y puede variarse dependiendo de la señal de accionamiento. Se podría usar un ajuste único o un sistema activo que mida cada (o múltiples) actuación para asegurar que la desviación correcta hacia XO, X1 y la superficie 51 de detención sea sustancialmente obtenida y mantenida por el actuador 1. Se apreciará que para todas las realizaciones descritas aquí, las distancias XO y X1 pueden variar, por ejemplo en $\pm 50\%$, pero preferiblemente menos de $\pm 10\%$ debido a, por ejemplo condiciones de funcionamiento del cabezal de impresión, tolerancias en el actuador y/o la señal de accionamiento aplicada.

55 Si no se requiere eyección de gota, es decir, si no se requiere que se deposite ningún píxel sobre un sustrato, el elemento 2 piezoeléctrico se desvía a la segunda configuración deformada por la cual la superficie 31 de la válvula está en contacto con la superficie 51 de detención.

- 5 La segunda configuración deformada, como se ilustra en la Figura 5c, se obtiene aplicando un diferencial de voltaje de, por ejemplo, aproximadamente -30 V a través de V1 y V3, de manera que la capa 21 se contrae en una dirección indicada por las flechas 23, mientras se aplica simultáneamente un diferencial de voltaje, por ejemplo aproximadamente 0V a través de V3 y V2, de manera que la capa 22 no se deforme. Como un resultado de la
- 10 5 contracción de la capa 21, el elemento piezoeléctrico se deforma de tal manera que el elemento 2 piezoeléctrico esta en la segunda configuración deformada, de modo que la superficie 31 de la válvula se fuerza a entrar en contacto con la superficie 51 de detención, sellando/restringiendo así el flujo en la entrada 61 de la boquilla, de modo que se impide/restringe sustancialmente que el esmaltado fluya en la boquilla 6.
- 15 10 Se apreciará que el volumen de la gota expulsada se define por el volumen de fluido en la boquilla en el momento en que se eyecta la gota. Se apreciará que el volumen del fluido en la boquilla depende de una serie de factores que incluyen la geometría de la boquilla; presión en la cámara; la distancia a la que la superficie 31 de la válvula se extiende hacia fuera con respecto al diámetro de la entrada 61 de la boquilla; y/o el tiempo en que la superficie 31 de
- 20 15 la válvula se separa del plano de referencia A a una distancia suficiente para que fluya fluido a la boquilla 6, a través de la entrada 61 de la boquilla. Durante la operación típica, la presión se mantiene preferiblemente constante en la cámara de fluido, por ejemplo entre 0.5Bar - 3Bar, y preferiblemente en sustancialmente 1 Bar, mientras que la geometría de la boquilla y el cabezal de la válvula son constantes.
- 25 20 Por lo tanto, se apreciará que controlar los ciclos de funcionamiento primero y segundo permite al usuario controlar el volumen de fluido en la boquilla 6 y, por lo tanto, el tamaño de gota de la gota expulsada de la boquilla 6. Por lo tanto, los tamaños de gota variable se pueden lograr variando la forma de onda del accionamiento. El volumen máximo de fluido en la boquilla 6 se logra cuando el menisco fluido dentro de la boquilla alcanza la salida 62 de la boquilla y antes de que se produzca mojado en el exterior del cabezal de impresión.
- 30 25 Mientras que en la realización descrita anteriormente, el actuador 1 se describe como un elemento 2 piezoeléctrico multicapa que comprende al menos un par de capas 21 & 22 piezoeléctricas, en una segunda realización como se muestra en las Figuras 6 a 8, se describe una actuador 41 que tiene un elemento 20 piezoeléctrico de capa 22 única, acoplado a una capa 42 de sustrato rígida, por ejemplo cerámica (Al_2O_3) o capa de acero inoxidable que usa un adhesivo adecuado como Loctite o epoxi. La numeración similar se usará para elementos similares descritos
- 35 30 anteriormente en la primera realización.
- 40 35 Por lo tanto, haciendo referencia a las Figuras 6 a 8, la capa 42 de sustrato rígida proporciona funcionalidad bimórfica al elemento 20 piezoeléctrico, por lo que cuando la capa 22 piezoeléctrica se contrae o expande, el elemento 20 piezoeléctrico se deforma en una dirección cóncava o convexa en relación con la superficie 51 de detención en el plano de referencia A. La dirección de polarización de la capa 22 está representada por la flecha 24, mientras que la dirección de la contracción/expansión está representada por la flecha 23 (no mostrada en la Figura 6).
- 45 40 La superficie 31 de la válvula del conjunto 3 obturador unida al elemento 20 piezoeléctrico está situada en la superficie 51 de detención cuando el actuador 41 está en una configuración inicial (Figura 6). Se verá que la configuración inicial de la presente realización es diferente del actuador 1 de la primera realización porque el elemento 20 piezoeléctrico no está deformado.
- 50 45 Se proporcionan los electrodos V1 y V2 en el elemento 20 piezoeléctrico, y el elemento 20 piezoeléctrico esta configurado de manera que el elemento 20 piezoeléctrico es operable para desviar a un primera configuración deformada de tal manera que la superficie 31 de la válvula está a una distancia XO de la superficie 51 de detención, por lo que en esta realización XO es sustancialmente igual a 2 μm (Figura 7) y por lo cual el elemento 20 piezoeléctrico es operable para desviar adicionalmente a una segunda configuración deformada de modo que la superficie 31 de la válvula está a una distancia X1 de la superficie 51 de detención, por lo que en esta realización X1 es sustancialmente igual a 30 μm (Figura 8), y para oscilar entre XO y X1.
- 55 50 Como se describió anteriormente con respecto a la primera realización, cuando el actuador 41 se usa como un actuador en un cabezal de impresión, y cuando se requiere eyección de gota desde la salida 62 de la boquilla, el elemento 20 piezoeléctrico se desvía de manera que la superficie 31 de la válvula se desvía entre XO y X1, mientras que el elemento 20 piezoeléctrico se desvía a la segunda configuración deformada cuando no se requiere imprimir una gota.
- 60 55 La Figura 9a muestra una forma de onda de ejemplo para accionar el elemento 20 piezoeléctrico, con un diferencial de voltaje (ΔV) entre 0V, VL1 y VL2, mientras que la Figura 9b es una forma de onda de ejemplo que muestra el espacio de separación entre una superficie 31 de la válvula y una superficie 51 de detención/plano de referencia A como resultado del accionamiento del elemento 20 piezoeléctrico.
- 65 60 En (T101) el diferencial de voltaje a través de los electrodos V1 y V2 se incrementa de 0 a VL2, de manera que el elemento 20 piezoeléctrico se desvía de tal manera que la superficie 31 de la válvula se mueve desde la superficie 51 de detención a X1, y en (T103) el diferencial de voltaje se reduce de VL2 a VL1 de manera que la superficie 31 de la válvula se mueve de X1 a XO. En la presente realización, VL1 puede ser, por ejemplo, sustancialmente igual a

ES 2 684 584 T3

2V, mientras que VL2 puede ser sustancialmente igual a 30V. Además, en la presente realización, XO es sustancialmente igual a 2 mm, mientras que X1 es sustancialmente igual a 30 μm .

5 Como se apreciará, la deflexión del elemento 20 piezoeléctrico entre XO y X1 da como resultado la eyección de gotas desde la boquilla 6 sobre un sustrato.

10 Cuando no se requiere eyección de gotas, el diferencial de voltaje (ΔV) se reduce a sustancialmente 0V a través del elemento 20 piezoeléctrico de manera que el obturador 3 vuelve a la configuración inicial (por ejemplo, en T110), por lo que la superficie de la válvula 31 está en contacto con la superficie 51 de detención de manera que impide el flujo de esmaltado hacia la boquilla 6 a través de la entrada 61 de la boquilla.

15 En la presente realización, la frecuencia, por ejemplo entre T y 2T es sustancialmente igual a 1 kHz, pero la forma de onda de accionamiento puede ajustarse de acuerdo con los requisitos específicos del usuario. Por ejemplo, si se requiere una mayor expulsión de gota, entonces la frecuencia de la forma de onda aumenta de forma correspondiente.

20 Como se apreciará, una forma de onda de accionamiento similar a la descrita en las Figuras 9a y 9b para el elemento 20 piezoeléctrico se puede usar para accionar el elemento 2 piezoeléctrico. El uso de un elemento 2 piezoeléctrico que comprende dos capas requiere menos voltaje en comparación con el elemento 20 piezoeléctrico que tiene solo una capa única, pero ambos elementos 2 y 20 piezoeléctricos son operables para proporcionar una funcionalidad similar.

25 Como se discutió brevemente anteriormente, se apreciará que se podrían usar pilas piezoeléctricas de múltiples capas para proporcionar la funcionalidad de actuador descrita anteriormente.

30 Las pilas comprenden múltiples capas piezoeléctricas polares acopladas entre sí, teniendo cada una de ellas electrodos asociados primero y/o segundo y/o tercero, por lo que las capas son operables para contraerse o expandirse dependiendo del campo eléctrico, por ejemplo el diferencial de voltaje (ΔV) a través de los electrodos, por lo que la expansión o contracción depende de la dirección del campo eléctrico y la dirección de la polarización. Accionar múltiples pilas de capas piezoeléctricas usando señales de manejo, por ejemplo formas de onda de voltaje, será fácilmente conocido por los expertos en la materia.

35 En una realización adicional como se muestra en las Figuras 10a-10c, el elemento 70 piezoeléctrico está formado por capas 71-76 piezoeléctricas individuales acopladas de forma segura entre sí en una disposición de pila, por ejemplo como una pila de capas piezoeléctricas individuales, por lo que las capas acopladas adyacentemente están polarizadas opuestamente, como se indica por las flechas 77 de polarización.

40 El elemento 70 piezoeléctrico tiene electrodos V1, V2 y V3 intercalados, por lo que las capas 71, 72 y 73 están conectadas eléctricamente al electrodo V1, las capas 74, 75 y 76 están conectadas eléctricamente al electrodo V2, mientras que todas las capas 71- 76 están conectados eléctricamente a V3.

45 El elemento 70 piezoeléctrico puede accionarse para proporcionar la funcionalidad descrita en las Figuras 2-4 anteriores en un cabezal de impresión para la eyección controlada de gotas a partir del mismo, por lo que el elemento 2 piezoeléctrico se reemplaza por el elemento 70 piezoeléctrico. Se usará la numeración similar para los elementos similares descritos anteriormente.

50 El módulo 4 de control está configurado para regular la señal de accionamiento, por ejemplo imprimir datos en la forma de voltaje aplicado o diferencial de voltaje (ΔV) en el elemento 70 piezoeléctrico de manera que asume una de una configuración inicial, en la que el conjunto 3 obturador/superficie 31 de la válvula está a una distancia XO de una superficie 51 de detención como se muestra en la Figura 2 (arriba), una primera configuración deformada, en la que el conjunto 3 obturador/superficie 31 de la válvula está a una distancia X1 de la superficie de detención, por lo que la distancia X1 es mayor que la distancia XO mostrada por la Figura 3 anterior, y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto 3 obturador/superficie 31 de la válvula se fuerza a entrar en contacto con la superficie 51 de detención como se muestra en la Figura 4 anterior.

55 Cuando la diferencia de voltaje (ΔV) a través de todas las capas del elemento 70 piezoeléctrico es sustancialmente igual, el elemento 70 piezoeléctrico está en una configuración no deformada.

60 Para el primer ciclo operativo, el elemento 70 piezoeléctrico se desvía inicialmente a la configuración inicial de manera que la superficie 31 de la válvula está en XO, que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 2 μm desde la superficie 51 de detención.

65 Dicha configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a 30V a V1, 0V a V2 y 28V a V3, de manera que los diferenciales de voltaje de aproximadamente 2V, -2V y 2V se proporcionan a través de las capas 71 a 73 respectivamente, y aproximadamente 28V, -28V y 28V a través de las capas 74-76 respectivamente

dan como resultado que las capas 71-76 piezoeléctricas se contraigan y expandan sustancialmente en las direcciones indicadas por las flechas 79 de contracción y las flechas 80 de expansión en la Figura 10a. Como resultado de la contracción sustancialmente simultánea de las capas 71-73 y la expansión de las capas 74-76, el elemento 70 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección convexa con respecto al plano de referencia A, de manera que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente verticalmente hacia abajo de modo que la superficie 31 de la válvula está a una distancia XO de la superficie 51 de detención.

El elemento 70 piezoeléctrico se desvía posteriormente a la primera configuración deformada de manera que la superficie 31 de la válvula está en X1 que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 30 mm desde la superficie 51 de detención.

Esta configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a -30 V a V1, mientras se aplica simultáneamente aproximadamente 0V a V2 y V3, de modo que los diferenciales de voltaje de aproximadamente -30 V, 30V y -30V a través de las capas 71 a 73, respectivamente, resultan en la expansión de esas capas sustancialmente en la dirección indicada por las flechas 80 de expansión en la Figura 10b, mientras que las capas 74 a 76 no se deforman debido al diferencial de voltaje cero allí. Como resultado de la expansión de las capas 71-73, y la no deformación de las capas 74-76, el elemento 70 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección cóncava con respecto al plano A de referencia, de manera que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente de manera vertical hacia arriba de modo que la superficie 31 de la válvula está a una distancia X1 de la superficie de detención.

Para completar el primer ciclo de funcionamiento, el elemento piezoeléctrico se desvía de nuevo a la configuración inicial como se describió anteriormente en relación con la Figura 10a.

Para proporcionar la funcionalidad del segundo ciclo operativo, por ejemplo cuando no se requiere expulsar una gota de un cabezal de impresión, el elemento 70 piezoeléctrico se desvía a la segunda configuración deformada.

Esta configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a 30V a V1 y V3, mientras se aplica simultáneamente aproximadamente 0V a V2, de modo que los diferenciales de voltaje de aproximadamente 0V a través de las capas 71 a 73 respectivamente resultan en la no deformación de esas capas, mientras que los diferenciales de voltaje de aproximadamente 30 V, -30 V y 30 V a través de las capas 74-76 respectivamente resultan en la expansión de esas capas sustancialmente en la dirección como fue indicado por las flechas 80 de expansión en la Figura 10c.

Como resultado de la expansión de las capas 74-76, y la no deformación de las capas 71-73, el elemento 70 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección convexa con relación al plano de referencia A, de manera que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente de manera vertical hacia abajo a la segunda configuración deformada, de modo que la superficie 31 de la válvula se obliga a entrar en contacto con la superficie 51 de detención, sellando así sustancialmente la entrada 61 de la boquilla de manera que el esmaltado no pueda fluir hacia la boquilla 6.

Aunque la realización anterior que describe los pilas múltiples requiere control individual de los electrodos V1, V2 y V3, las Figuras 11a-11c, describen, en una cuarta realización, el elemento 170 piezoeléctrico formado por capas 171-176 piezoeléctricas individuales acopladas de forma segura entre sí en una disposición de pila. Las capas 171 & 172 adyacentes y las capas 175 & 176 adyacentes están polarizadas opuestamente, como se indica por las flechas 177 de polarización. Además, las capas 173 & 174 adyacentes, acopladas entre las capas 171 & 172 y 175 & 176 respectivamente, están polarizadas en la misma dirección una y la otra, pero polarizadas opuestamente a las capas adyacentes a las mismas, es decir 172 y 175, respectivamente.

El elemento 170 piezoeléctrico de las Figuras 11a-11c tiene electrodos V1, V2 y V3 intercalados, por lo que las capas 171, 172 y 173 están conectadas eléctricamente al electrodo V1, las capas 174, 175 y 176 están conectadas eléctricamente al electrodo V2, mientras que todas las capas 171-176 están conectadas eléctricamente a V3.

El elemento 170 piezoeléctrico puede ser accionado para proporcionar la funcionalidad descrita anteriormente en las Figuras 2-4 anteriores para la eyección controlada de gotas, por lo que los elementos 2 piezoeléctricos son reemplazados por el elemento 170 piezoeléctrico. Se usará la numeración similar para los elementos similares descritos anteriormente.

El módulo 4 de control está configurado para regular la señal de accionamiento, por ejemplo imprimir datos en la forma de un voltaje o diferencial de voltaje (ΔV) suministrados al elemento 170 piezoeléctrico de manera que asume una configuración inicial, en la que el conjunto 3 obturador/superficie 31 de la válvula está a una distancia XO de la superficie 51 de detención como se muestra en la Figura 2 (arriba); una primera configuración deformada, en la que el conjunto 3 obturador/superficie 31 de la válvula está a una distancia X1 de la entrada 61 de la boquilla en la superficie 51 de detención situada en el plano de referencia A, por lo que la distancia X1 es mayor que la distancia XO como se muestra en la Figura 3 arriba; o una segunda configuración deformada, en la que el conjunto 3

obturador/superficie 31 de la válvula se fuerza a entrar en contacto con la superficie 51 de detención como se muestra en la Figura 4 anteriormente.

5 Cuando la diferencia de voltaje (ΔV) en todas las capas del elemento 170 piezoeléctrico es sustancialmente igual, el elemento 170 piezoeléctrico está en una configuración no deformada.

10 Para el primer ciclo operativo, el elemento 170 piezoeléctrico se desvía inicialmente a la configuración inicial de manera que la superficie 31 de la válvula está en XO, que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 2 μm desde la superficie 51 de detención.

15 Dicha configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a 0V a V1, 30V a V2 y 28V a V3, de modo que los diferenciales de voltaje de aproximadamente -28 V, + 28 V y -28 V a través de las capas 171 a 173 respectivamente, y aproximadamente -2 V, + 2 V y -28 V a través de las capas 174-176 respectivamente resultan en que las capas 171-176 piezoeléctricas se contraen sustancialmente en las direcciones indicadas por las flechas 179 de contracción en la Figura 11a. La contracción de las capas 171-173 es mucho mayor que la de las capas 174-176, y como resultado, el elemento 170 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección convexa con relación al plano de referencia A, de manera que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente verticalmente hacia abajo de modo que la superficie de la válvula 31 está a una distancia XO de la superficie 51 de detención.

20 El elemento 170 piezoeléctrico se desvía posteriormente a la primera configuración deformada de manera que la superficie 31 de la válvula está en X1 que, en la presente realización, es sustancialmente igual a 30 μm desde la superficie 51 de detención.

25 Esta configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a 30V a V2, mientras aplica simultáneamente aproximadamente 0V a V1 y V3, de modo que los diferenciales de voltaje de aproximadamente -30V, 30V y -30V a través de las capas 174 a 176 respectivamente resultan en contracción de esas capas sustancialmente en la dirección indicada por las flechas 179 de contracción en la Figura 11b.

30 Como resultado de la contracción de las capas 174-176, y la no deformación de las capas 171-173, el elemento 170 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección cóncava con relación al plano de referencia A, de manera que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente de manera vertical hacia arriba de manera que la superficie 31 de la válvula está a una distancia X1 de la superficie 51 de detención.

35 Para completar el primer ciclo de funcionamiento, el elemento piezoeléctrico se desvía de nuevo a la configuración inicial como se describió anteriormente en relación con la Figura 11a, es decir, el conjunto obturador está en X0.

40 Para proporcionar la funcionalidad del segundo ciclo operativo, por ejemplo cuando no se requiere que una gota sea expulsada de un cabezal de impresión, el elemento 170 piezoeléctrico se desvía a la segunda configuración deformada.

45 Esta configuración se obtiene aplicando, por ejemplo, un voltaje sustancialmente igual a 30V a V2 y V3, mientras aplica simultáneamente aproximadamente 0V a V1, de modo que la diferencia de voltaje de aproximadamente 0V a través de las capas 174 a 176 respectivamente resulta en no deformación de esas capas, mientras que los diferenciales de voltaje de aproximadamente -30 V, 30 V y -30 V a través de las capas 171-173 respectivamente resultan en la contracción de esas capas sustancialmente en la dirección indicada por las flechas 179 de contracción en la Figura 11c.

50 Como resultado de la contracción de las capas 171-173 y la no deformación de las capas 174-176, el elemento 170 piezoeléctrico bimorfo se deforma en una dirección convexa con relación al plano de referencia A, de modo que el conjunto 3 obturador se desvía sustancialmente de manera vertical hacia abajo a la segunda configuración deformada, de modo que la superficie 31 de la válvula se obliga a entrar en contacto con la superficie 51 de detención, sellando así sustancialmente la entrada 61 de la boquilla de manera que el esmaltado no pueda fluir hacia la boquilla 6.

55 La ventaja de la última realización es que el voltaje aplicado a los electrodos V1 y V2 se puede mantener sustancialmente constante, mientras que la deflexión del elemento 170 piezoeléctrico se puede controlar variando la señal de accionamiento aplicada al electrodo V3 común, reduciendo así la complejidad del circuito de accionamiento requerido y señales de forma de onda/accionamiento. Como tal, múltiples actuadores en un cabezal de impresión pueden controlarse simultáneamente con un circuito de control simple en comparación con realizaciones anteriores donde los electrodos V1 y V2 de los actuadores están conectados a los rieles comunes, mientras que el electrodo V3 de cada uno de los actuadores es controlable independientemente por un módulo de control, por ejemplo para controlar la eyección de gotas desde cada una de las boquillas.

65 Como se apreciará, los elementos 70, 170 piezoeléctricos también pueden ser accionados para proporcionar la funcionalidad descrita en las Figuras 6-8 anteriores en un cabezal de impresión para la eyección controlada de gotas desde allí, por lo que el elemento 20 piezoeléctrico es reemplazado por un elemento 70 o 170 piezoeléctrico.

Además, como apreciará la persona experta en la técnica que tiene en cuenta la descripción anterior, los ciclos operativos pueden alterarse para proporcionar cualquier funcionalidad deseada, o pueden proporcionarse ciclos operativos adicionales para accionar los elementos piezoeléctricos según se requiera para un solicitud particular.

5 Además, los valores usados para las realizaciones anteriores toman el desplazamiento de los elementos 2, 20, 70 y 170 piezoeléctricos para ser proporcionales a las variaciones en el campo eléctrico aplicado (voltaje/diferencial de voltaje), por lo que el elemento piezoeléctrico proporciona aproximadamente 1 mm de desplazamiento por 1V de modo que existe una relación sustancialmente lineal entre el desplazamiento (μm) y el voltaje aplicado (V), pero, como apreciará la persona experta, la relación específica y los valores usados variarán dependiendo de un número
10 de factores que incluyen el material y la estructura cristalina específica/polarización del elemento piezoeléctrico, la geometría del dispositivo (por ejemplo, la longitud/ancho/altura de las capas) y/o la eficiencia del dispositivo. Por ejemplo, la eficiencia de los materiales piezoeléctricos normalmente puede variar en +/- 10% y puede variar hasta +/- 20% en circunstancias extremas. Se apreciará que no hay ningún requisito para que la relación entre el desplazamiento y el campo eléctrico aplicado sea lineal.

15 Además, la cantidad de deflexión requerida dependerá de la aplicación específica, pero en general la deflexión será del orden de 20 μm a 60 μm , pero se puede usar una deflexión de hasta 600 μm .

20 Además, aunque las realizaciones anteriores enseñan la modificación de las señales de accionamiento aplicadas a los electrodos en las diversas capas piezoeléctricas simultáneamente, se entenderá que las realizaciones alternativas pueden usar una estrategia de accionamiento específica por lo que las señales aplicadas a los diversos electrodos no varían simultáneamente.

25 Además, la configuración específica de las capas piezoeléctricas, por ejemplo números de capas, polarización, etc. se puede modificar conservando las ventajas deseadas de un desgaste por fricción reducido debido a, por ejemplo impacto entre una superficie de la válvula y una superficie de parada cuando se usa el actuador en un cabezal de impresión para la eyección de gotas.

30 Es preferible proporcionar un dispositivo que tenga diferenciales de polarización/voltaje que resulten en contracción en oposición a expansión porque la expansión repetida puede conducir a la despolarización de las capas con el tiempo, mientras que la expansión que usa voltajes > 500V aumenta la probabilidad de despolarizar.

35 Mientras que los voltajes/diferenciales de voltaje descritos anteriormente se refieren a DC, se apreciará que ciertos tipos de actuadores podrían ser accionados usando voltaje de CA o usando control de corriente para lograr la funcionalidad ventajosa, mientras que los voltajes/diferenciales de voltaje específicos requeridos para proporcionar la funcionalidad dependerán de diversos factores como se describe anteriormente, y que será evidente para la persona experta al leer esta especificación.

40 Se apreciará que mientras que los elementos piezoeléctricos bimorfos se describen en las realizaciones anteriores, con lo que los elementos se retienen/fijan hacia ambos extremos para permitir que los elementos se desvíen en una dirección cóncava o convexa con respecto a una superficie de detención, los elementos pueden estar fijados en un extremo para que funcionen como un voladizo que tiene un conjunto obturador unido al mismo para controlar la expulsión de gotas. Los actuadores de estilo de flexión de una sola capa montados sobre sustratos de metal inerte también podrían usarse, por ejemplo "Actuadores de estilo trueno". Alternativamente, el elemento piezoeléctrico se
45 puede disponer como elemento piezoeléctrico tanto en forma de V como monolíticos como apreciará una persona experta en la técnica.

También se verá que el uso de actuadores distintos a los actuadores piezoeléctricos también podría usarse para proporcionar la misma funcionalidad de accionamiento para efectuar la eyección de gotas, por ejemplo, podrían usarse fácilmente actuadores electrostáticos, actuadores magnéticos, actuadores electrostrictivos, elementos
50 térmicos uni/bi morfós, solenoides, las aleaciones con memoria de forma, etc., para proporcionar la funcionalidad descrita anteriormente mientras se obtiene la funcionalidad deseable como será evidente para la persona experta en la técnica después de leer la especificación anterior.

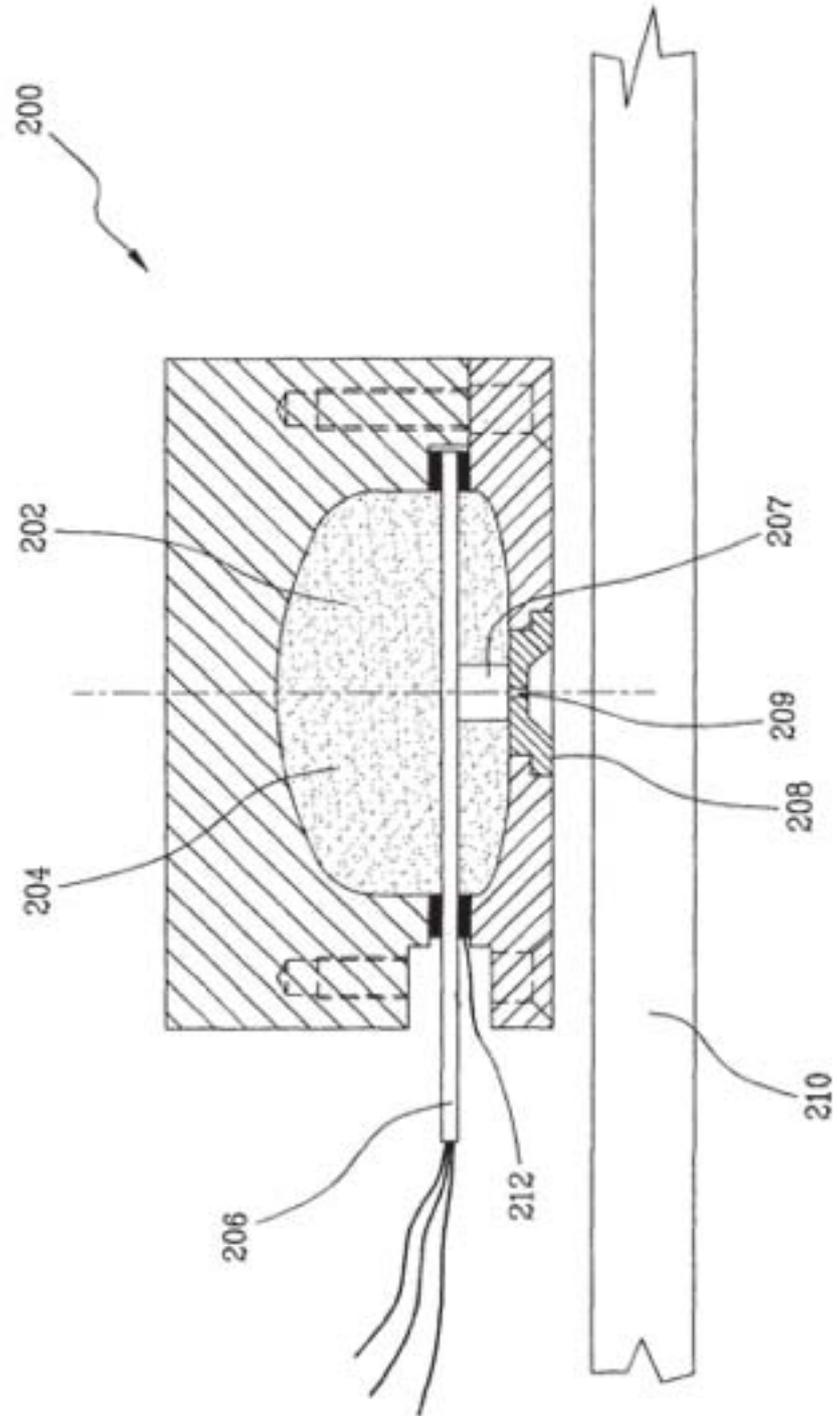
55 Además, los valores de presiones descritos anteriormente se relacionan con la presión manométrica. Sin embargo, se apreciará que la presión absoluta también puede usarse como una medida de la presión en el sistema.

REIVINDICACIONES

1. Un método de accionamiento de un actuador (1) para un cabezal de impresión, en el que el actuador (1) comprende:
- 5 un elemento (2) de accionamiento;
- un conjunto (3) obturador, acoplable con el elemento (2) de accionamiento, el elemento (2) de accionamiento es operable para asumir, dependiendo de una señal de accionamiento aplicada a la misma
- 10 una configuración de reposo, en la que el conjunto (3) obturador está a una primera distancia (X0) desde un plano de referencia (A);
- una primera configuración deformada, en la que el conjunto (3) obturador está a una segunda distancia (X1) desde el plano de referencia (A) mayor que la primera distancia (X0);
- 15 y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto (3) obturador está en contacto con el plano de referencia (A); caracterizado porque el método comprende: suministrar la señal de accionamiento durante un primer ciclo de funcionamiento al elemento (2) de accionamiento para causar que el conjunto (3) obturador para moverse entre la configuración de reposo y la primera configuración deformada durante un primer ciclo de funcionamiento de expulsión de una gota;
- 20 suministrar la señal de accionamiento al elemento (2), para hacer que el elemento de accionamiento pase de la configuración de reposo a la segunda configuración deformada durante un segundo ciclo de funcionamiento en el que no hay expulsión de fluido.
- 25
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el elemento actuador es un elemento piezoeléctrico.
3. Un actuador (1) para un cabezal de impresión, en el que el actuador (1) comprende:
- 30 un elemento (2) de accionamiento
- un conjunto (3) obturador, acoplable con el elemento (2) actuador: en el que el elemento (2) de accionamiento puede operar para asumir, dependiendo de una señal de accionamiento aplicada al mismo:
- 35 una configuración de reposo, en la que el conjunto (3) obturador está a una primera distancia (X0) desde un plano de referencia (A);
- una primera configuración deformada, en la que el conjunto (3) obturador está a una segunda distancia (X1) desde el plano de referencia (A) mayor que la primera distancia (X0), y una segunda configuración deformada, en la que el conjunto (3) obturador está en contacto con el plano de referencia (A), caracterizado porque:
- 40 un módulo (4) de control está configurado para regular una señal de accionamiento al elemento (2) de accionamiento para hacer que el conjunto (3) obturador se mueva entre la configuración de reposo y la primera configuración deformada durante un primer ciclo de funcionamiento que sea operable para generar al menos una gota desde la salida de la boquilla; el módulo (4) de control está configurado para regular la señal de accionamiento para hacer que el elemento (2) de accionamiento pase de la configuración de reposo a la segunda configuración deformada durante un segundo ciclo de funcionamiento que es operable para evitar la expulsión de gotas desde la salida de la boquilla.
- 45
- 50
4. El actuador de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el elemento de accionamiento comprende al menos una capa piezoeléctrica.
5. El actuador de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la al menos una capa piezoeléctrica está dispuesta como un bimorfo.
- 55
6. El actuador de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el elemento de accionamiento comprende una pluralidad de capas piezoeléctricas.
- 60
7. El actuador de acuerdo con la reivindicación 6, en el que las capas piezoeléctricas son operables para ser controladas usando un primer voltaje aplicado a un primer electrodo asociado con la pluralidad de capas; un segundo voltaje aplicado a un segundo electrodo asociado con la pluralidad de capas, y un tercer voltaje aplicado a un tercer electrodo asociado con la pluralidad de capas.
- 65
8. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el primer voltaje es más alto que el segundo voltaje y en el que el tercer voltaje es controlable para estar en o entre los niveles de voltaje primero y segundo.

9. El actuador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, en el que el conjunto (3) obturador comprende una superficie (31) de sellamiento operable para contactar el plano de referencia (A) en la segunda configuración deformada del elemento piezoeléctrico (2).
- 5 10. Un cabezal de impresión para impresión por inyección de tinta, que comprende: un actuador (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, una porción (5) de la boquilla que tiene una entrada (61) de la boquilla, una boquilla (6) y una salida (62) de la boquilla, en el que la entrada de la boquilla está dispuesta en una superficie (51) de detención de la boquilla dispuesta en el plano de referencia (A).
- 10 11. El cabezal de impresión de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el primer ciclo de funcionamiento es operable para generar al menos una gota desde la salida de la boquilla.
12. El cabezal de impresión de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el segundo ciclo de funcionamiento es operable para evitar la eyección de gotas desde la salida de la boquilla.
- 15 13. El cabezal de impresión de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que usa el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2 para generar al menos una gota.
- 20 14. Una impresora que comprende el cabezal de impresión de cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13.
- 25 15. Una señal de accionamiento, para accionar un actuador como se reivindicó en cualquiera de las reivindicaciones 3 a 9, en la que la señal de accionamiento comprende datos de impresión con relación a los píxeles que se van a depositar sobre un sustrato, y en la que los datos de impresión son operables para accionar el actuador que usa el método de como se reivindicó en las reivindicaciones 1 a 5 para efectuar la eyección de gotas cuando se requiere que un pixel se deposite sobre el sustrato.

Figura 1 (Técnica anterior)



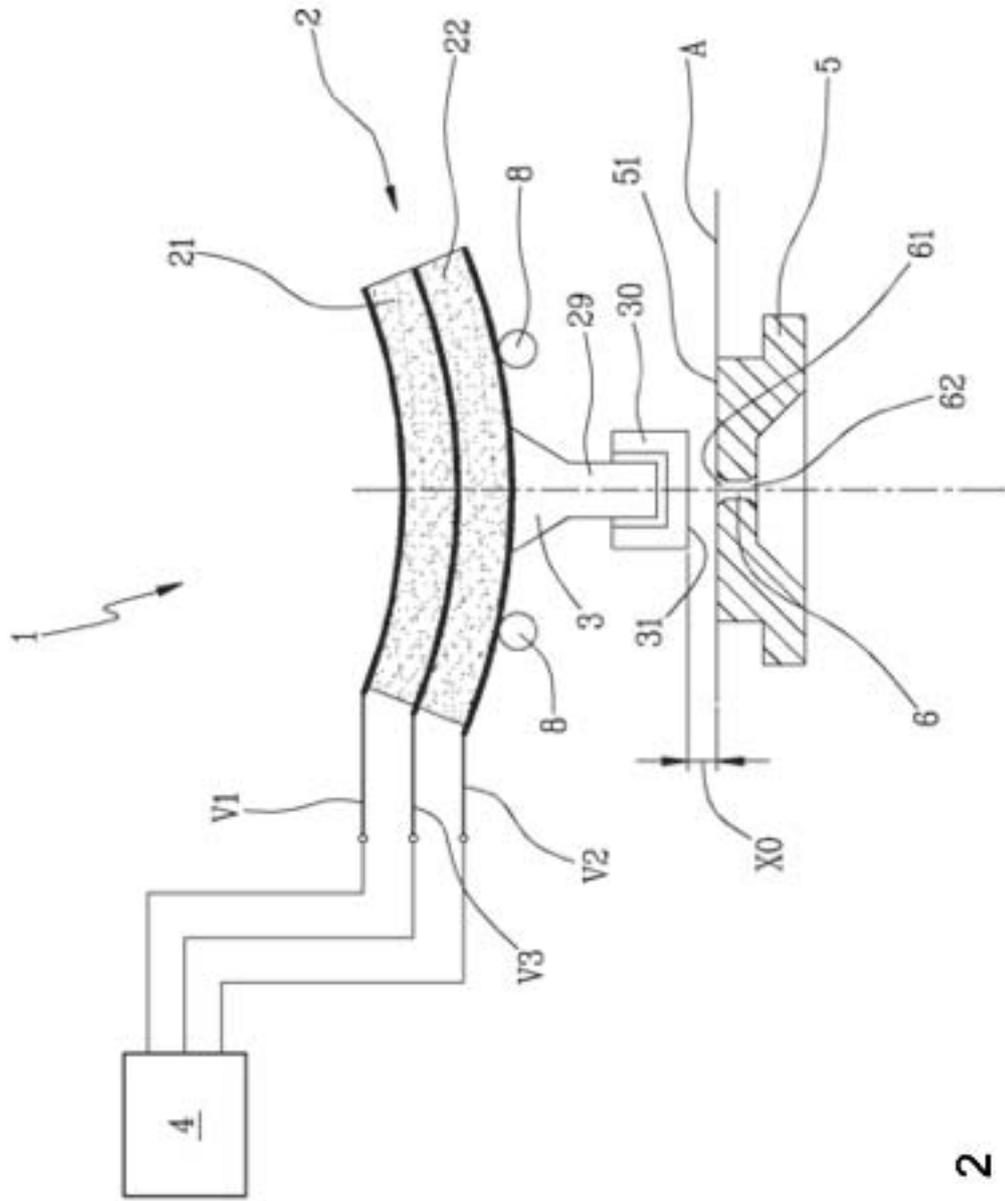


Figura 2

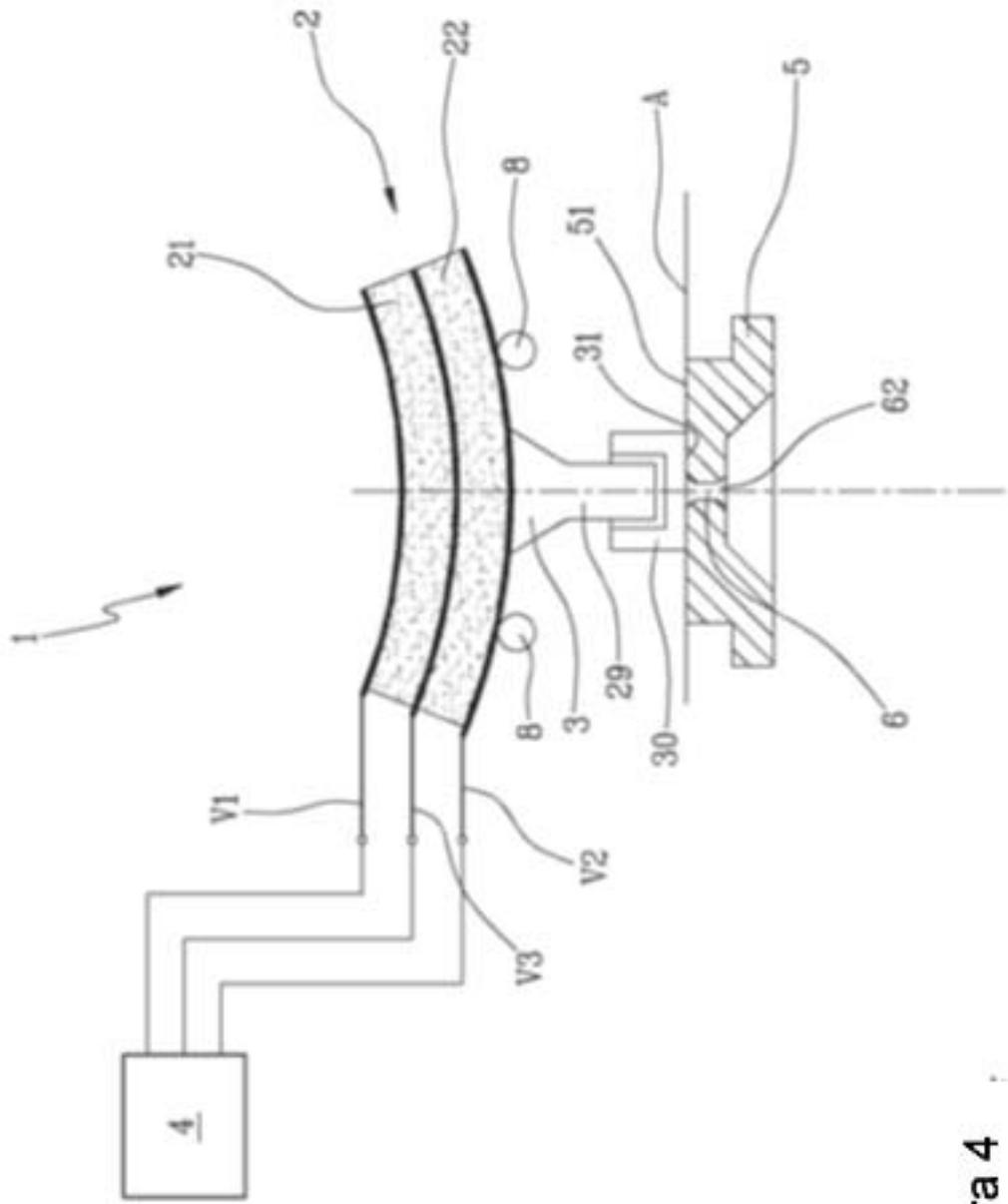


Figura 4

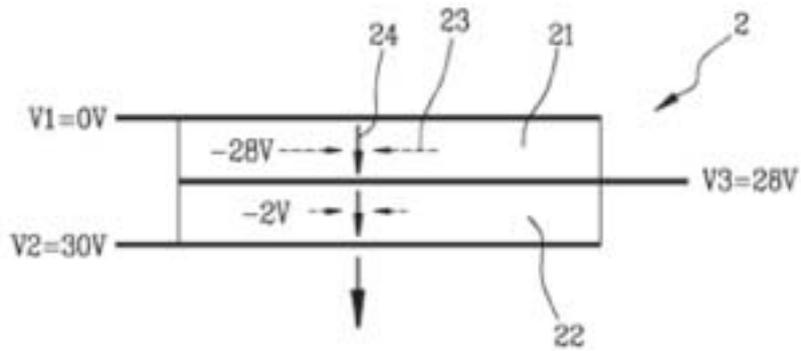


Figura 5a

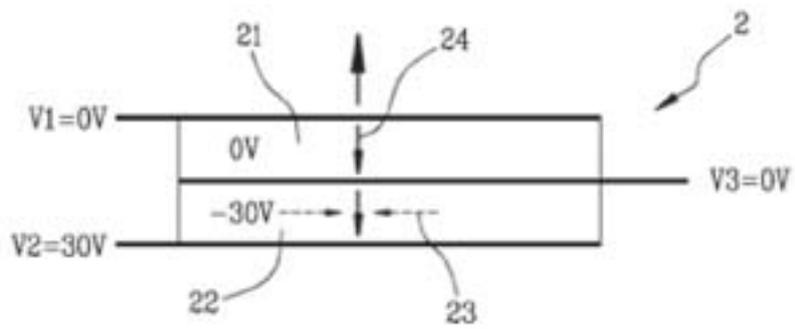


Figura 5b

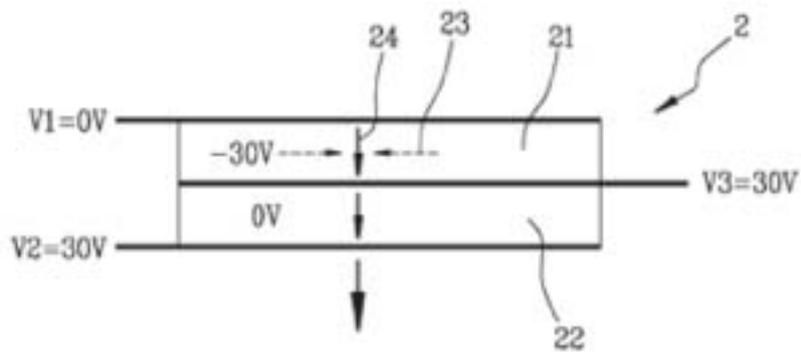


Figura 5c

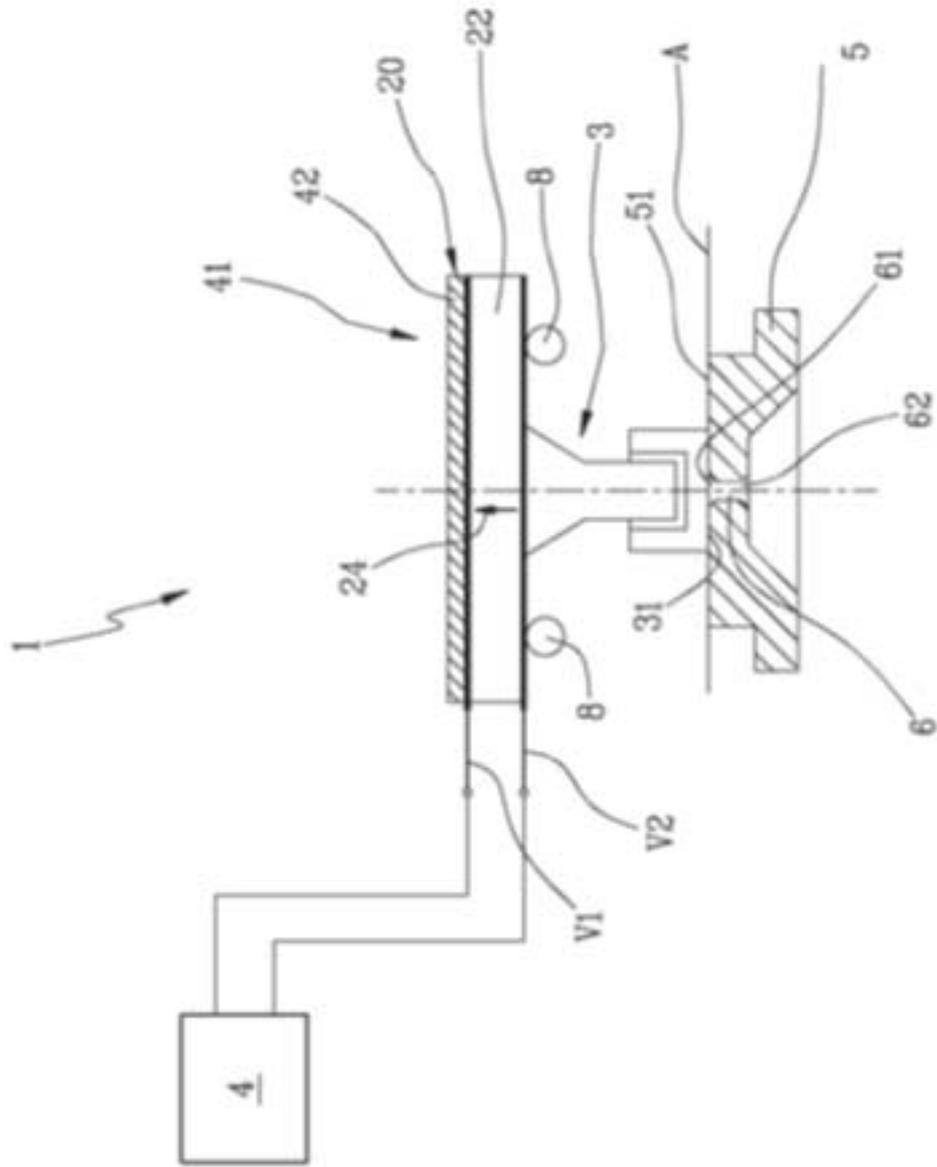


Figura 6

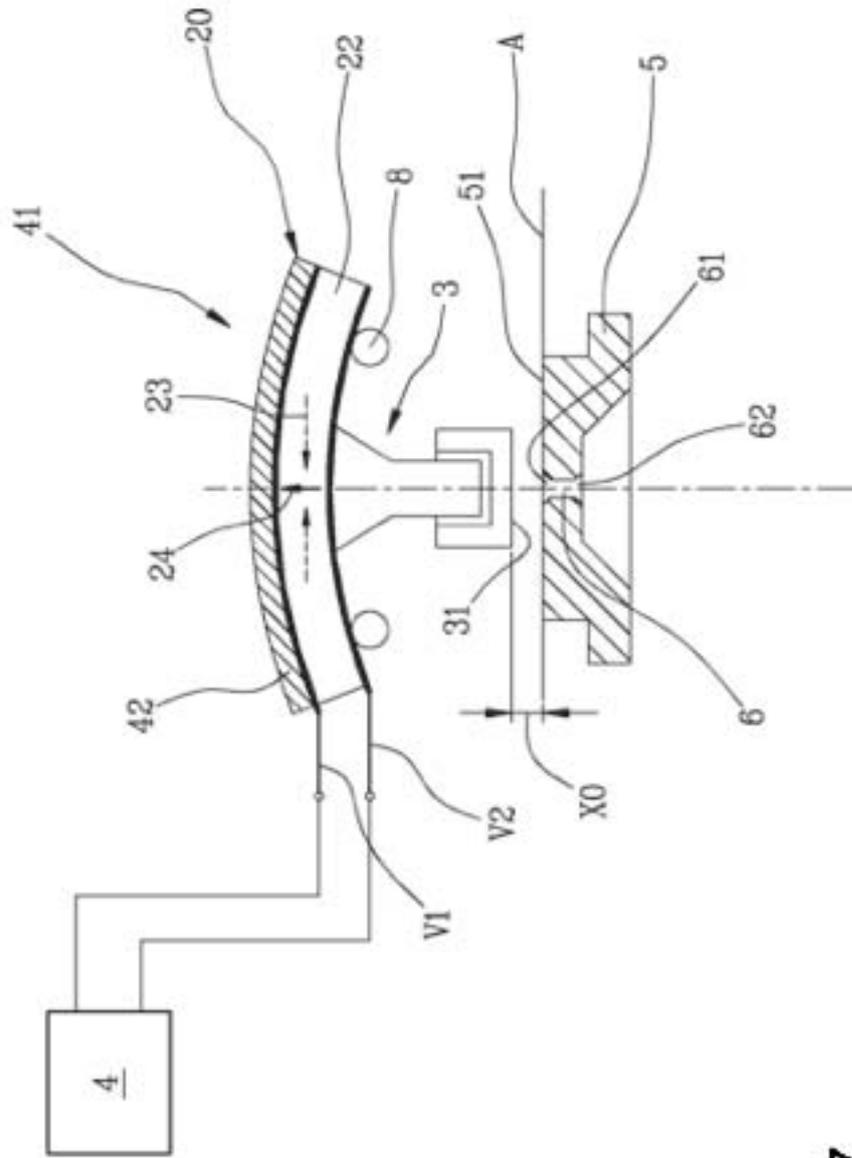


Figura 7

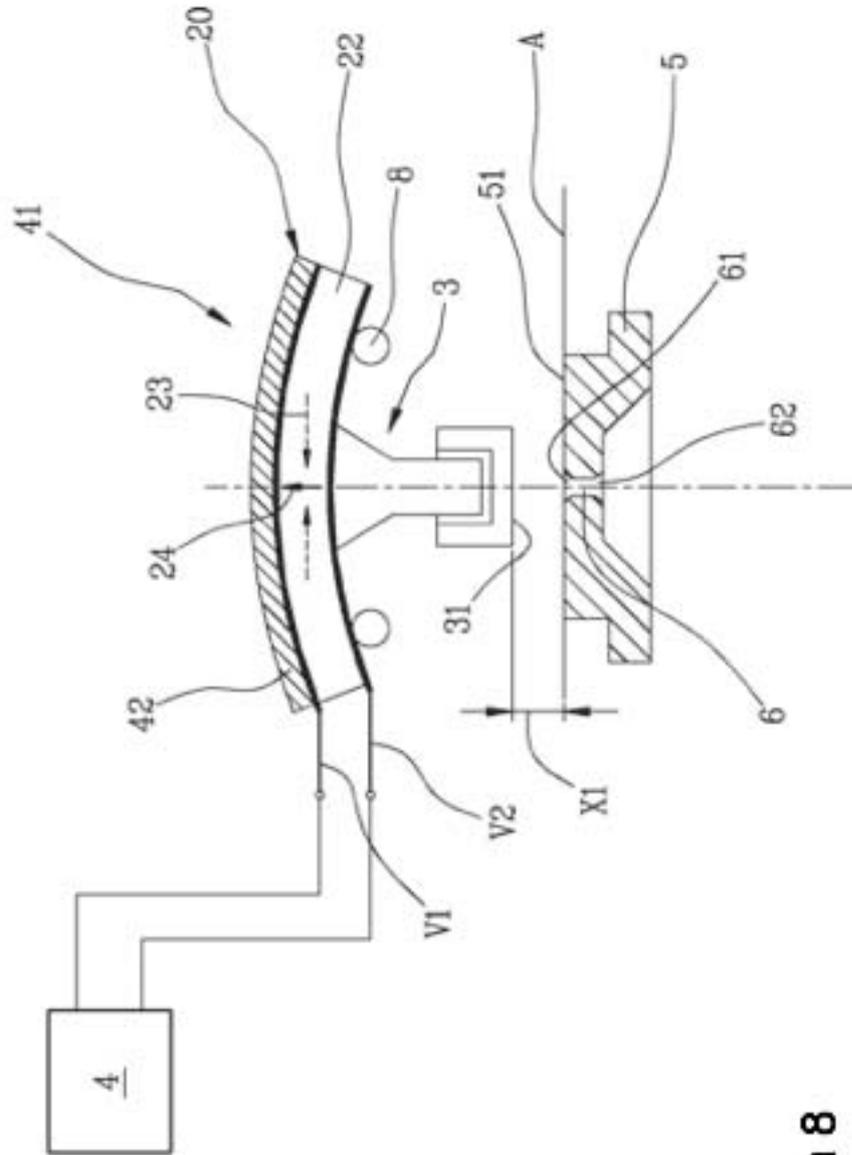


Figura 8

Figura 9a

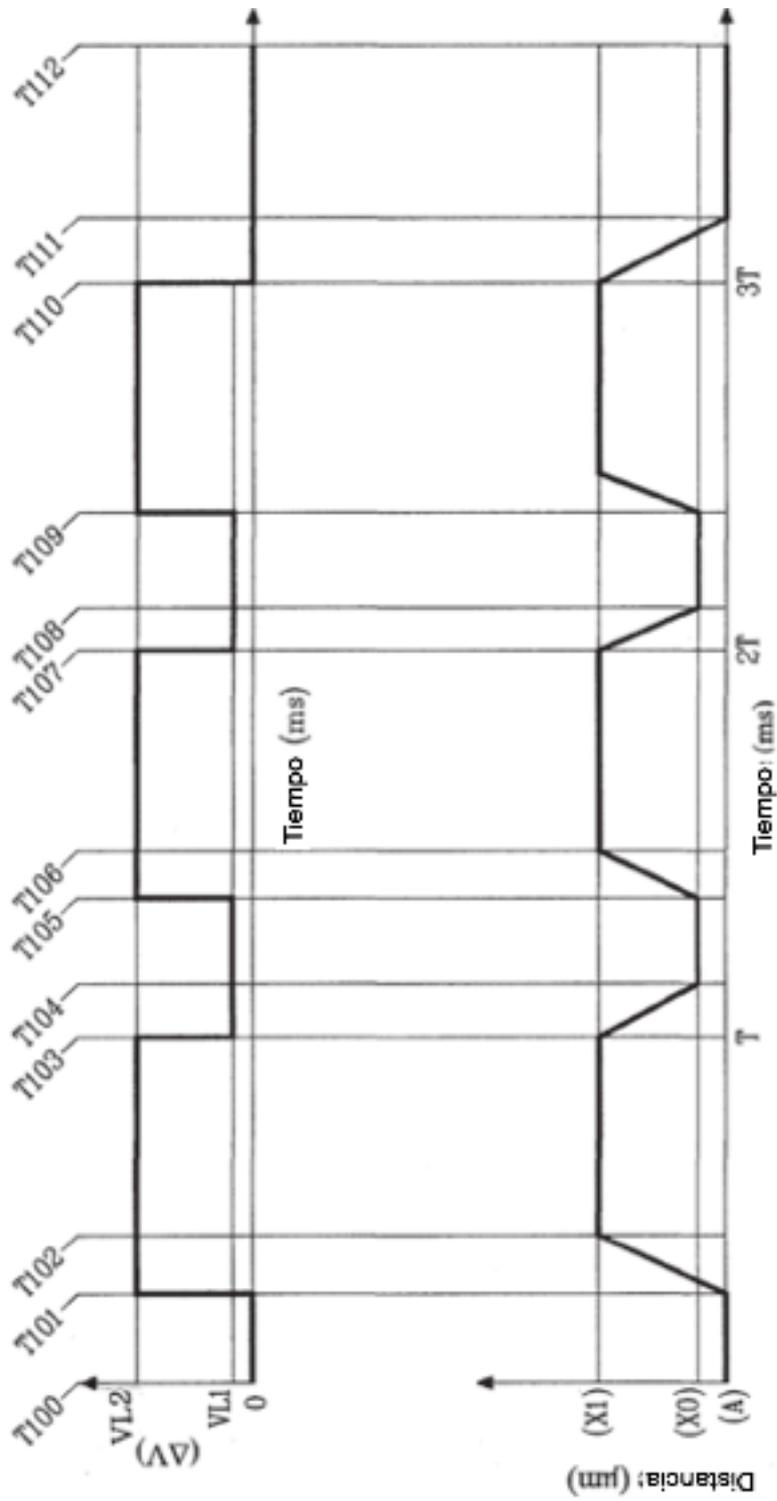


Figura 9b

Figura 11a

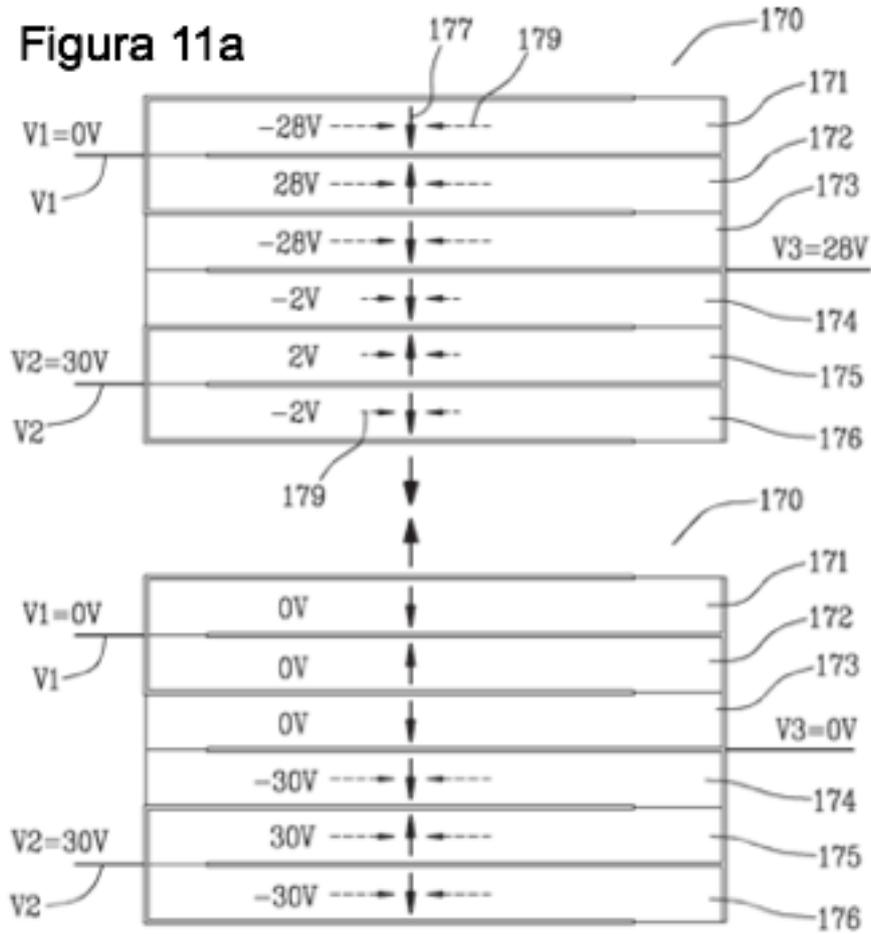


Figura 11b

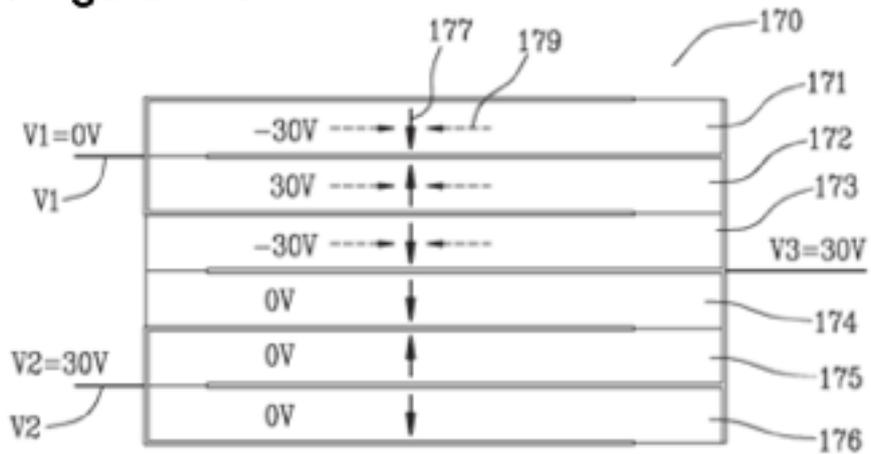


Figura 11c

