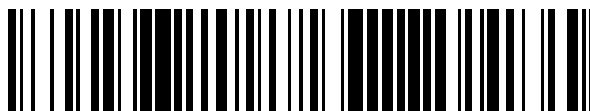


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 717**

51 Int. Cl.:

**B41J 2/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2014 PCT/EP2014/063462**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014547**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2014 E 14734109 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016 EP 2983917**

54 Título: **Dispositivo de boquilla de chorro de tinta que presenta un alto grado de simetría**

30 Prioridad:

**30.07.2013 US 201361859889 P**

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

**03.04.2017**

73 Titular/es:

**MEMJET TECHNOLOGY LIMITED (100.0%)  
61/62 Fitzwilliam Lane  
Dublin 2, IE**

72 Inventor/es:

**NORTH, ANGUS JOHN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 607 717 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

Dispositivo de boquilla de chorro de tinta que presenta un alto grado de simetría

## 5 Campo de la invención

Esta invención se refiere a dispositivos de boquilla de chorro de tinta para cabezales de impresión de chorro de tinta. Se ha desarrollado principalmente para mejorar las trayectorias de eyección de gotas y minimizar la interferencia

10

## Antecedentes de la invención

El solicitante ha desarrollado una gama de impresoras de chorro de tinta Memjet<sup>®</sup> descritas, por ejemplo, en los documentos WO2011/143700, WO2011/143699 y WO2009/089567, cuyo contenido se incorpora en el presente documento a modo de referencia. Las impresoras Memjet<sup>®</sup> utilizan un cabezal de impresión estacionario que ocupa el ancho de una página en combinación con un mecanismo de alimentación que suministra medios de impresión que pasan por el cabezal de impresión una sola vez. Por lo tanto, las impresoras Memjet<sup>®</sup> ofrecen velocidades de impresión mucho más altas que las impresoras de barrido de chorro de tinta convencionales.

15

20

Un cabezal de impresión de chorro de tinta comprende una pluralidad (normalmente miles) de dispositivos de boquilla de chorro de tinta individuales, a los que se suministra tinta. Cada dispositivo de boquilla de chorro de tinta comprende normalmente una cámara de boquilla que presenta una abertura de boquilla y un accionador para eyectar tinta a través de la abertura de boquilla. El espacio de diseño de los dispositivos de boquilla de chorro de tinta es voluminoso y en la bibliografía de patentes se ha descrito un gran número de dispositivos de boquilla diferentes, incluidos distintos tipos de accionadores y diferentes configuraciones de dispositivo.

25

Uno de los criterios más importantes en el diseño de un dispositivo de boquilla de chorro de tinta es conseguir trayectorias de gotas de tinta perpendiculares al plano de la boquilla. Si cada gota se eyecta hacia fuera de manera perpendicular, la parte de cola de la gota no se adherirá ni se depositará en el borde de la boquilla. Por tanto, se evita una fuente de inundación y de direccionamiento erróneo de las gotas. Además, gracias a las trayectorias perpendiculares, puede hacerse que el satélite primario formado por la rotura de la cola de la gota se deposite sobre la gota principal en la página, evitándose dicho satélite. Por tanto, pueden obtenerse mejoras significativas en la calidad de la impresión gracias a las trayectorias perpendiculares de las gotas.

30

35

Las impresoras de chorro de tinta Memjet<sup>®</sup> son dispositivos térmicos que comprenden elementos calefactores que sobrecalientan la tinta para generar burbujas de vapor. La expansión de estas burbujas empuja las gotas de tinta a través de las aberturas de boquilla. Para garantizar las trayectorias perpendiculares de estas gotas, las burbujas deben expandirse simétricamente. Esto requiere simetría en el diseño del dispositivo de boquilla.

40

Una perfecta simetría fluidica alrededor del elemento calefactor no es posible a menos que el elemento calefactor esté suspendido directamente sobre la entrada de la cámara de boquilla. Dispositivos de boquilla de chorro de tinta que tienen esta disposición se describen, por ejemplo, en el documento US 6.755.509, y un cabezal de impresión que comprende tal dispositivo se muestra en el documento US 7.441.865 (véase, por ejemplo, la Figura 21B), cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia. Sin embargo, los dispositivos que tienen un elemento calefactor suspendido sobre la entrada de la cámara requieren procedimientos de fabricación relativamente complejos y son menos robustos que dispositivos que tienen elementos calefactores adheridos. Además, estos dispositivos tienen un índice de reflujo relativamente alto a través de la entrada de la cámara durante la eyección de tinta (lo que da como resultado una menor eficacia), además de poder sufrir la inundación de una cara del cabezal de impresión durante el relleno de la cámara debido a la alineación de la entrada y de la abertura de boquilla.

50

El documento US 7.857.428 describe un cabezal de impresión de chorro de tinta que comprende una fila de cámaras de boquilla, donde cada cámara de boquilla presenta una entrada de pared lateral a la que se suministra tinta desde un canal de suministro de tinta común que se extiende en paralelo con la fila de cámaras de boquilla. Se suministra tinta al canal de suministro de tinta a través de una pluralidad de entradas definidas en la parte inferior del canal. La entrada a cada cámara de boquilla puede comprender una estructura de filtro (por ejemplo, un pilar) para filtrar burbujas de aire o partículas arrastradas por la tinta. La disposición descrita en el documento US 7.857.428 ofrece redundancia en el suministro de tinta a las cámaras de boquilla, ya que a todas las cámaras de boquilla de la misma fila (o par de filas) se les suministra tinta desde el canal de suministro de tinta común que se extiende en paralelo a las mismas. Sin embargo, la disposición descrita en el documento US 7.857.428 tiene como desventajas una velocidad de relleno de cámara relativamente baja y la interferencia fluidica entre cámaras de boquilla cercanas.

55

60

Además, la disposición descrita en el documento US 7.857.428 introduce inevitablemente un grado de asimetría en la eyección de gotas en comparación con la disposición descrita en el documento US 6.755.509. Puesto que el elemento calefactor está unido lateralmente a las paredes laterales de la cámara menos a la entrada de la cámara, la burbuja generada por el elemento calefactor está distorsionada por esta asimetría. Dicho de otro modo, parte del

65

impulso generado por la burbuja hace que parte de la tinta vuelva a través de la entrada de la cámara y de la abertura de boquilla. Esto da como resultado trayectorias oblicuas de eyección de gotas, así como una menor eficiencia.

- 5 Una medida para tratar la asimetría generada por una entrada de cámara de pared lateral es alargar y/o estrechar la entrada de la cámara para aumentar su resistencia fluidica al reflujo. Sin embargo, esta medida no es viable en impresoras de alta velocidad ya que reduce inevitablemente las velocidades de relleno de la cámara debido a la mayor resistencia al flujo. Una medida alternativa que compensa la asimetría generada por una entrada de cámara de pared lateral es desplazar el elemento calefactor con respecto a la abertura de boquilla, como se describe en el documento US 7.780.271 (cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia).

15 Es deseable proporcionar un dispositivo de boquilla de chorro de tinta que tenga un alto grado de simetría para minimizar la aplicación de las medidas compensatorias requeridas para corregir las trayectorias de eyección de las gotas. Es deseable además proporcionar un dispositivo de boquilla de chorro de tinta que tenga una alta velocidad de relleno de cámara y que sea adecuado para usarse en una impresión de alta velocidad. Es deseable además proporcionar un cabezal de impresión de chorro de tinta que tenga una interferencia fluidica mínima entre dispositivos de boquilla cercanos.

20 El documento US-A-2009/267990 da a conocer el preámbulo de la reivindicación 1.

#### Resumen de la invención

25 Según la presente invención se proporciona un dispositivo de boquilla de chorro de tinta que comprende una cámara principal que presenta una superficie inferior, una superficie superior y una pared perimétrica que se extiende entre la superficie inferior y la superficie superior, comprendiendo la cámara principal:

- 30 una cámara de descarga que presenta una abertura de boquilla definida en la superficie superior y un accionador para eyectar tinta a través de la abertura de boquilla;
- una antecámara para suministrar tinta a la cámara de descarga, presentando la antecámara una entrada de cámara principal definida en la superficie inferior; y
- una estructura divisora que divide la cámara principal para definir la cámara de descarga y la antecámara, extendiéndose la estructura divisora entre la superficie inferior y la superficie superior, donde la cámara de descarga y la antecámara tienen un plano de simetría común.

35 Los dispositivos de boquilla de chorro de tinta según la presente invención tienen un alto grado de simetría que, como se ha indicado anteriormente, es esencial para minimizar las trayectorias oblicuas de eyección de gotas. El alto grado de simetría se proporciona, en primer lugar, alineando la abertura de boquilla, el accionador, la estructura divisora y la entrada de la cámara principal a lo largo del plano de simetría común para proporcionar una simetría especular perfecta alrededor de este eje (que conforma el eje y del dispositivo). Por tanto, la inclinación de las gotas eyectadas a lo largo del eje x es inapreciable.

45 En segundo lugar, la estructura divisora y una parte de extremo de la pared perimétrica están colocadas para limitar de manera equitativa la expansión de las burbujas a lo largo del eje y durante la eyección de las gotas. Por lo tanto, la colocación de la estructura divisora proporciona de manera eficaz un alto grado de simetría especular alrededor de un eje x ortogonal de la cámara de descarga. Cualquier inclinación de las trayectorias de las gotas resultante del reflujo a través de la estructura divisora durante la eyección de las gotas será tan pequeña que no necesitará corregirse o solo necesitará un pequeño desplazamiento de la abertura de boquilla en el eje y, como se describe en el documento US 7.780.271, para obtener trayectorias de eyección no oblicuas. (El que se necesite o no un pequeño desplazamiento en el eje y depende de factores tales como el volumen de las gotas, la velocidad de eyección de las gotas, el tipo de tinta, los requisitos de calidad de impresión, etc.). En base a lo anterior, debe apreciarse que el dispositivo de boquilla de chorro de tinta de la presente invención ofrece excelentes trayectorias de eyección de gotas y una excelente eficacia (en lo respecta a la transferencia de energía desde el impulso de la burbuja a la eyección de las gotas).

55 Una ventaja adicional del dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la presente invención es una velocidad de relleno de cámara relativamente alta en comparación con los dispositivos descritos en el documento US 7.857.428. Puesto que la antecámara recibe tinta a través de la entrada de la superficie inferior, que está normalmente conectada a un canal de suministro de tinta mucho más ancho en el lado trasero del chip, cada dispositivo de boquilla tiene acceso directo a un abundante suministro de tinta. Por el contrario, en la disposición descrita en el documento US 7.857.428, cada cámara de boquilla recibe tinta desde el canal de suministro de tinta relativamente estrecho definido en la capa MEMS, que puede quedarse sin tinta en determinados casos (por ejemplo, una impresión sin márgenes o una impresión a muy alta velocidad). El vaciado del canal de suministro de tinta en la capa MEMS da lugar a velocidades de relleno de cámara poco óptimas, a una consiguiente reducción en la calidad de la impresión y a fallos prematuros de los accionadores debido a que los accionadores realizan tareas de descarga con cámaras de boquilla vacías o parcialmente vacías.

Una ventaja adicional de la presente invención es que cada dispositivo de boquilla está aislado flúdicamente de manera eficaz con respecto a dispositivos cercanos gracias a la pared perimétrica de la cámara principal. La pared perimétrica es normalmente una pared continua y maciza que delimita la cámara principal y que carece de interrupciones o aberturas. Por tanto, con solo una entrada en la superficie inferior hacia la antecámara, hay una trayectoria flúidica tortuosa entre dispositivos cercanos. Por tanto, en combinación con la reducción ventajosa del reflujo gracias a la geometría de dispositivo descrita anteriormente, se minimiza la posibilidad de interferencias flúidicas entre dispositivos cercanos. Por el contrario, la disposición de los dispositivos de boquilla descritos en el documento US 7.857.428 genera interferencias flúidicas a través de las entradas de pared lateral de la cámara y del canal de suministro de tinta MEMS contiguo.

Estas y otras ventajas del dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la presente invención resultarán fácilmente evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Preferiblemente, la estructura divisora comprende una única placa divisora. Preferiblemente, la placa divisora presenta un par de bordes laterales, de manera que un hueco se extiende entre cada borde lateral y la pared perimétrica para definir un par de entradas de cámara de descarga que flanquean la placa divisora, donde las entradas de la cámara de descarga están dispuestas de manera simétrica alrededor del plano de simetría común.

De manera ventajosa, la placa divisora es simétrica, en la medida de lo posible, a una pared de extremo opuesta de la cámara de descarga. Por tanto, la placa divisora y la pared de extremo opuesta proporcionan una fuerza de reacción similar al impulso de la burbuja durante la eyección de las gotas, a pesar de las entradas de la cámara de descarga que flanquean la placa divisora.

Preferiblemente, la placa divisora es más ancha que el elemento calefactor. La anchura se define a lo largo del eje x nominal de la cámara principal. Preferiblemente, la placa divisora ocupa al menos el 30%, al menos el 40% o al menos el 50% del ancho de la cámara principal. Normalmente, la placa divisora ocupa casi la mitad del ancho de la cámara principal, donde las entradas de la cámara de descarga flanquean la placa divisora a ambos lados de la misma. Normalmente, la placa divisora tiene una anchura (a lo largo del eje x) que es mayor que el grosor (a lo largo del eje y). Normalmente, el ancho de la placa divisora es al menos dos veces mayor o al menos tres veces mayor que el grosor de la placa divisora.

Preferiblemente, la abertura de boquilla es alargada y presenta un eje longitudinal alienado con el plano de simetría. Preferiblemente, la abertura de boquilla es elíptica y presenta un eje principal alienado con el plano de simetría.

En una forma de realización preferida, el accionador comprende un elemento calefactor. En general, la presente invención se ha descrito en relación con un accionador de elemento calefactor, según esta forma de realización preferida. Sin embargo, debe apreciarse que las ventajas de la presente invención pueden obtenerse con otros tipos de accionador, tal como un accionador piezoeléctrico ampliamente conocido en la técnica o un accionador de curvatura térmica, como el descrito en el documento US 7.819.503, cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia. En particular, la limitación simétrica de una onda de presión en la cámara de descarga usando la geometría de cámara descrita en el presente documento puede implementarse de manera ventajosa con otros tipos de accionador.

El accionador puede estar unido a la superficie inferior de la cámara de descarga, estar unido a la superficie superior de la cámara de descarga o estar suspendido en la cámara de descarga. Preferiblemente, el accionador comprende un elemento calefactor resistivo unido a la superficie inferior de la cámara.

Preferiblemente, el elemento calefactor es alargado y presenta un eje longitudinal alienado con el plano de simetría. Preferiblemente, el elemento calefactor es rectangular.

En una forma de realización, el centroide de la abertura de boquilla está alineado con el centroide del elemento calefactor. Sin embargo, en una forma de realización alternativa, el centroide de la abertura de boquilla puede estar descentrado con respecto al centroide del elemento calefactor a lo largo del eje longitudinal del elemento calefactor. Esta desalineación en el eje y puede usarse para corregir cualquier asimetría residual en torno al eje x de la cámara de descarga.

Preferiblemente, el elemento calefactor se extiende longitudinalmente desde la estructura divisora hasta la pared perimétrica. De manera ventajosa, una burbuja que se propaga a lo largo de la longitud del elemento calefactor está limitada sustancialmente de manera equitativa por la pared perimétrica y la estructura divisora y, por lo tanto, se expande de manera simétrica.

Preferiblemente, la pared perimétrica y la placa divisora están dispuestas sobre electrodos respectivos del elemento calefactor.

Preferiblemente, la pared perimétrica y la estructura divisora están hechas del mismo material, normalmente gracias a un proceso de deposición conjunto durante la fabricación del dispositivo. La pared perimétrica y la estructura

divisora pueden definirse a través de un proceso MEMS aditivo, en el que el material se deposita en aberturas definidas en una estructura (*scaffold*) de sacrificio (véase, por ejemplo, el proceso de fabricación MEMS aditivo descrito en el documento US 7.857.428, cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia). Como alternativa, la pared perimétrica y la estructura divisora pueden definirse a través de un proceso MEMS sustractivo, en el que el material se deposita como una capa de mantilla y después se graba para definir la pared perimétrica y la estructura divisora (véase, por ejemplo, el proceso de fabricación MEMS sustractivo descrito en el documento US 7.819.503, cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia). Para facilitar la fabricación, obtener una excelente planitud y robustez de la superficie superior y controlar mejor la altura de la cámara, la pared perimétrica y la estructura divisora se definen preferiblemente mediante un proceso sustractivo similar al proceso descrito en relación con las Figuras 3 a 5 del documento US 7.819.503.

La pared perimétrica y la estructura divisora pueden comprender cualquier material adecuado, incluidos polímeros (por ejemplo, polímeros fotoresistentes basados en epoxi, tal como SU-8) y cerámica. Preferiblemente, la pared perimétrica y la estructura divisora comprenden un material seleccionado del grupo que consiste en: óxido de silicio, nitruro de silicio y combinaciones de los mismos.

Asimismo, la superficie superior puede comprender cualquier material adecuado, incluidos polímeros y cerámica. La superficie superior puede comprender el mismo material que la pared perimétrica y la estructura divisora, o un material diferente. Normalmente, una placa de boquillas se extiende a través de una pluralidad de dispositivos de boquilla en un cabezal de impresión para definir las superficies superiores de cada dispositivo de boquilla. La placa de boquillas puede cubrirse, o no, con un revestimiento hidrófobo, tal como un revestimiento polimérico, usando un proceso de deposición adecuado (véase, por ejemplo, el proceso de recubrimiento de placa de boquillas descrito en el documento US 8.012.363, cuyo contenido se incorpora en el presente documento como referencia).

Preferiblemente, la cámara principal es generalmente rectangular en una vista en planta. Preferiblemente, la pared perimétrica comprende un par de paredes laterales más largas paralelas al plano de simetría y un par de paredes laterales más cortas perpendiculares al plano de simetría.

Preferiblemente, una primera pared lateral más corta define una pared de extremo de la cámara de descarga y una segunda pared lateral más corta define una pared de extremo de la antecámara.

La cámara de descarga y la antecámara pueden tener cualquier volumen relativo adecuado. La cámara de descarga puede tener un volumen mayor que la antecámara, un volumen menor que la antecámara o el mismo volumen que la antecámara. Preferiblemente, la cámara de descarga tiene un volumen mayor que la antecámara.

La presente invención proporciona además un cabezal de impresión de chorro de tinta o un circuito integrado de cabezal de impresión que comprende una pluralidad de dispositivos de boquilla de chorro de tinta descritos anteriormente.

Preferiblemente, el cabezal de impresión comprende una pluralidad de canales de suministro de tinta que se extienden longitudinalmente a lo largo del lado trasero del mismo, donde al menos una fila de las entradas de la cámara principal en un lado delantero del cabezal de impresión se junta con un canal respectivo de canales de suministro de tinta. Preferiblemente, cada canal de suministro de tinta tiene una anchura de al menos 50 micrones o de al menos 70 micrones. Preferiblemente, cada canal de suministro de tinta es al menos dos veces, al menos tres veces o al menos cuatro veces más ancho que las entradas de la cámara principal.

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán formas de realización de la presente invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 es una vista seccionada en perspectiva de parte de un cabezal de impresión según la presente invención;

la Figura 2 es una vista en planta de un dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la presente invención;

y

la Figura 3 es una vista lateral seccionada de uno de los dispositivos de boquilla de chorro de tinta mostrados en la Figura 1.

#### Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a las Figuras 1 a 3, se muestra un dispositivo de boquilla de chorro de tinta 10 según la presente invención. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta comprende una cámara principal 12 que presenta una superficie inferior 14, una superficie superior 16 y una pared perimétrica 18 que se extiende entre la superficie inferior y la superficie superior. Normalmente, la superficie inferior está definida por una capa de pasivación que cubre una capa CMOS 20 que contiene el sistema de circuitos de activación de cada accionador del cabezal de

impresión. La Figura 1 muestra la capa CMOS 20, que puede comprender una pluralidad de capas metálicas intercaladas con capas dieléctricas intermedias (ILD).

5 En la Figura 1, la superficie superior 16 se muestra como una capa transparente para mostrar los detalles de cada dispositivo de boquilla 10. Normalmente, la superficie superior 16 comprende un material, tal como dióxido de silicio o nitruro de silicio.

10 Haciendo referencia a continuación a la Figura 2, la cámara principal 12 del dispositivo de boquilla 10 comprende una cámara de descarga 22 y una antecámara 24. La cámara de descarga 22 comprende una abertura de boquilla 26 definida en la superficie superior 16 y un accionador en forma de elemento calefactor resistivo 28 unido a la superficie inferior 14. La antecámara 24 comprende una entrada de cámara principal 30 ("entrada de superficie inferior 30") definida en la superficie inferior 14.

15 La entrada de cámara principal 30 se junta y se solapa parcialmente con una pared de extremo 18B de la antecámara 24. Esta disposición optimiza la capilaridad de la antecámara 24, favoreciendo así el cebado y optimizando las velocidades de relleno de cámara.

20 Una placa divisora 32 divide la cámara principal 12 para definir la cámara de descarga 22 y la antecámara 24. La placa divisora 32 se extiende entre la superficie inferior 14 y la superficie superior 16. Como se muestra más claramente en la Figura 3, los bordes laterales de la placa divisora 32 son normalmente redondeados para minimizar el riesgo de fisuras en la superficie superior. (Esquinas angulares afiladas en la placa divisora 32 tienden a concentrar tensión en la superficie superior 16 y aumentan el riesgo de que se produzcan fisuras).

25 El dispositivo de boquilla 10 tiene un plano de simetría que se extiende a lo largo de un eje y nominal de la cámara principal 12. El plano de simetría se indica mediante la línea discontinua S de la Figura 2 y biseca la abertura de boquilla 26, el elemento calefactor 28, la placa divisora 32 y la entrada de cámara principal 30.

30 La antecámara 24 está en comunicación de fluidos con la cámara de descarga 22 a través de un par de entradas de cámara de descarga 34 que flanquean la placa divisora 32 a ambos lados de la misma. Cada entrada de cámara de descarga 34 está definida por un hueco que se extiende entre un borde lateral respectivo de la placa divisora 32 y la pared perimétrica 18. Normalmente, la placa divisora 32 ocupa casi la mitad del ancho de la cámara principal 12 a lo largo del eje x, aunque debe apreciarse que el ancho de la placa divisora puede variar en función de un equilibrio entre velocidades de relleno óptimas y una simetría óptima en la cámara de descarga 22.

35 La abertura de boquilla 26 es alargada y adopta la forma de una elipse que presenta un eje principal alineado con el plano de simetría S. El elemento calefactor 28 adopta la forma de una barra alargada que presenta un eje longitudinal central alineado con el plano de simetría S. Por tanto, el elemento calefactor 28 y la abertura de boquilla elíptica 26 están alineados entre sí a lo largo de sus ejes y.

40 Como se muestra en la Figura 2, el centroide de la abertura de boquilla 26 está alineado con el centroide del elemento calefactor 28. Sin embargo, debe apreciarse que el centroide de la abertura de boquilla 26 puede estar ligeramente descentrado con respecto al centroide del elemento calefactor 28 con respecto al eje longitudinal del elemento calefactor (eje y). La desalineación de la abertura de boquilla 26 con respecto al elemento calefactor 28 a lo largo del eje y puede usarse para compensar el pequeño grado de asimetría alrededor del eje x de la cámara de  
45 descarga 22. Sin embargo, se si produce esta desalineación, el grado de desalineación será, por lo general, relativamente pequeño (por ejemplo, inferior a 1 micrón).

50 El elemento calefactor 28 se extiende entre una pared de extremo 18A de la cámara de descarga 22 (definida por un lado de la pared perimétrica 18) y la placa divisora 32. El elemento calefactor 28 puede ocupar toda la distancia entre la pared de extremo 18A y la placa divisora 32, o puede ocupar casi toda la distancia (por ejemplo, entre el 90% y el 99% de la distancia total) como se muestra en la Figura 2. Si el elemento calefactor 28 no ocupa toda la distancia entre la pared de extremo 18A y la placa divisora 32, entonces el centroide del elemento calefactor 28 coincidirá con el punto medio entre la pared de extremo 18A y la placa divisora 32 con el fin de mantener un alto grado de simetría alrededor del eje x de la cámara de descarga 22. Dicho de otro modo, el hueco entre la pared de  
55 extremo 18A y un extremo del elemento calefactor 28 es igual al hueco entre la placa divisora 32 y el extremo opuesto del elemento calefactor.

60 El elemento calefactor 28 está conectado en cada uno de sus extremos a electrodos respectivos 36 expuestos a través de la superficie inferior 14 de la cámara principal 12 mediante una o más vías 37. Normalmente, los electrodos 36 están definidos por una capa metálica superior de la capa CMOS 20. El elemento calefactor 28 puede comprender, por ejemplo, una aleación de titanio y aluminio, nitruro de titanio y aluminio, etc. En una forma de realización, el calefactor 28 puede estar cubierto por una o más capas protectoras conocidas en la técnica. Capas protectoras adecuadas incluyen, por ejemplo, nitruro de silicio, óxido de silicio, tántalo, etc.

65 Las vías 27 pueden llenarse con cualquier material conductor adecuado (por ejemplo, cobre, aluminio, tungsteno, etc.) para proporcionar una conexión eléctrica entre el elemento calefactor 28 y los electrodos 36. Un proceso

adecuado para formar conexiones de electrodos desde el elemento calefactor 28 a los electrodos 36 se describe en el documento US 8.453.329, cuyos contenidos se incorporan en el presente documento como referencia.

5 En algunas formas de realización, al menos parte de cada electrodo 36 está colocado directamente debajo de una pared de extremo 18A y de la placa divisora 32, respectivamente. Esta disposición mejora de manera ventajosa la simetría global del dispositivo 10, además de minimizar el riesgo de que el elemento calefactor 28 se desprenda de la superficie inferior 14.

10 Como se muestra más claramente en la Figura 1, la cámara principal 12 está definida en una capa de mantilla de material 40 depositado sobre la superficie inferior 14 mediante un proceso de grabado adecuado (por ejemplo, grabado con plasma, grabado húmedo, fotograbado, etc.). La placa divisora 32 y la pared perimétrica 18 se definen simultáneamente mediante este proceso de grabado, que simplifica el proceso de fabricación MEMS global. Por tanto, la placa divisora 32 y la pared perimétrica 18 comprenden el mismo material, que puede ser cualquier material cerámico o polimérico grabable adecuado para usarse en los cabezales de impresión. Normalmente, el material es dióxido de silicio o nitruro de silicio.

20 Haciendo de nuevo referencia a la Figura 2, puede observarse que la cámara principal 12 es generalmente rectangular y presenta dos lados más largos y dos lados más cortos. Los dos lados más cortos definen paredes de extremo 18A y 18B de la cámara de descarga 22 y la antecámara 24, respectivamente, mientras que los dos lados más largos definen paredes laterales contiguas de la cámara de descarga y la antecámara. Normalmente, la cámara de descarga 22 tiene un volumen mayor que la antecámara 24.

25 Un cabezal de impresión 100 puede comprender una pluralidad de dispositivos de boquilla de chorro de tinta 10. La vista parcial seccionada del cabezal de impresión 100 de la Figura 1 solo muestra dos dispositivos de boquilla de chorro de tinta 10 por claridad. El cabezal de impresión 100 está definido por un sustrato de silicio 102 que presenta la capa CMOS pasivada 20 y una capa MEMS que contiene los dispositivos de boquilla de chorro de tinta 10. Como se muestra en la Figura 1, cada entrada de cámara principal 30 se junta con un canal de suministro de tinta 104 definido en un lado trasero del cabezal de impresión 100. El canal de suministro de tinta 104 es generalmente mucho más ancho que las entradas de cámara principal 30 y suministra una gran cantidad de tinta para hidratar cada cámara principal 12 en comunicación de fluidos con el mismo. Cada canal de suministro de tinta 104 se extiende en paralelo a una o más filas de dispositivos de boquilla 10 dispuestos en un lado delantero del cabezal de impresión 100. Normalmente, cada canal de suministro de tinta 104 suministra tinta a un par de filas de boquillas (solo se muestra una fila en la Figura 1 por claridad), según la disposición mostrada en la Figura 2B del documento US 7.441.865.

35 Las ventajas de la configuración de dispositivos de boquilla mostrada en las Figuras 1 a 3 se obtienen durante la eyección de las gotas y el subsiguiente relleno de la cámara. Cuando el elemento calefactor 28 se acciona mediante un impulso de descarga del sistema de circuitos de activación de la capa CMOS 20, la tinta cercana al elemento calefactor se sobrecalienta rápidamente y se evapora formando una burbuja. A medida que la burbuja se expande, produce una fuerza ("impulso de burbuja") que empuja la tinta hacia la abertura de boquilla 26, dando como resultado la eyección de las gotas. Si la placa divisora 32 no estuviera presente, la burbuja se expandiría de manera asimétrica, como se describe en el documento US 7.780.271. La expansión asimétrica de la burbuja se produce cuando un extremo de la burbuja en expansión está limitado por una fuerza de reacción (producida normalmente por una pared de la cámara de descarga), mientras que el otro extremo de la burbuja no está limitado. Sin embargo, en la presente invención, la placa divisora 32 proporciona una fuerza de reacción a la burbuja en expansión que es sustancialmente igual a la fuerza de reacción producida por la pared de extremo 18A de la cámara de descarga 22. Por lo tanto, la burbuja formada por el dispositivo de boquilla de chorro de tinta 10 está limitada por dos paredes opuestas de la cámara de descarga 22 y tiene una excelente simetría en comparación con los dispositivos descritos en el documento US 7.780.271 y en el documento US 7.857.428. Por consiguiente, las gotas de tinta eyectadas tienen una inclinación mínima tanto en el eje x como en el eje y.

50 Además, cualquier reflujo se minimiza debido a que las entradas 34 de la cámara de descarga están colocadas a lo largo de las paredes laterales de la cámara principal 12. Durante la propagación de la burbuja, la mayor parte del impulso de la burbuja se dirige hacia la abertura de boquilla 26, de manera que solamente una componente vectorial relativamente pequeña del impulso de la burbuja llega a las entradas 34 de la cámara de descarga. Por lo tanto, colocar las entradas 34 de la cámara de descarga a lo largo de los flancos de la placa divisora 36 minimiza el reflujo durante la eyección de las gotas.

60 Aunque el reflujo se minimiza mediante el dispositivo de boquilla de chorro de tinta 10, debe apreciarse que el reflujo no puede eliminarse completamente en ningún dispositivo de boquilla de chorro de tinta. El reflujo no solo puede afectar a la simetría de la burbuja y a las trayectorias de las gotas, sino que también puede producir interferencias fluidicas entre dispositivos cercanos a través de una onda de presión asociada al reflujo de tinta. Esta onda de presión puede hacer que boquillas cercanas que no están eyectando gotas transfieran tinta sobre la superficie del cabezal de impresión, dando como resultado una menor calidad de impresión (por ejemplo, provocando un direccionamiento erróneo y un tamaño variable de las gotas) y/o un mantenimiento del cabezal de impresión más frecuente.

Haciendo referencia a la Figura 1, se minimiza la interferencia fluídica entre dispositivos de boquilla 10 adyacentes gracias a, en primer lugar, la trayectoria de flujo tortuosa entre los dispositivos. Cualquier reflujo de tinta debe descender a través de una entrada de superficie inferior 30 hacia el interior del canal de suministro de tinta 104 y ascender a través de otra entrada de superficie inferior 30. En segundo lugar, la onda de presión de cualquier reflujo es amortiguada por el volumen relativamente grande del canal de suministro de tinta 104, lo que minimiza además el riesgo de interferencias entre dispositivos cercanos.

De manera similar, la interferencia fluídica durante el relleno de cada cámara (que puede provocar una presión negativa en boquillas cercanas y tamaños de gota variables) también se minimiza.

Por otro lado, la accesibilidad de cada dispositivo 10 al abundante suministro de tinta del canal de suministro de tinta 104 a través de una entrada de superficie inferior respectiva 30 maximiza de manera ventajosa la velocidad de relleno de cada cámara principal 12. La tinta puede fluir libremente hacia el interior de la antecámara 24 desde el canal de suministro de tinta 104 a través de la entrada de superficie inferior 30, pero el momento de esta tinta se amortigua mediante la superficie inferior y las paredes laterales de la antecámara 24, así como mediante la placa divisora 32. Por lo tanto, la antecámara 24 juega un papel importante a la hora de minimizar la inundación de una cara del cabezal de impresión durante el relleno de las cámaras en comparación con, por ejemplo, los dispositivos descritos en el documento US 7.441.865.

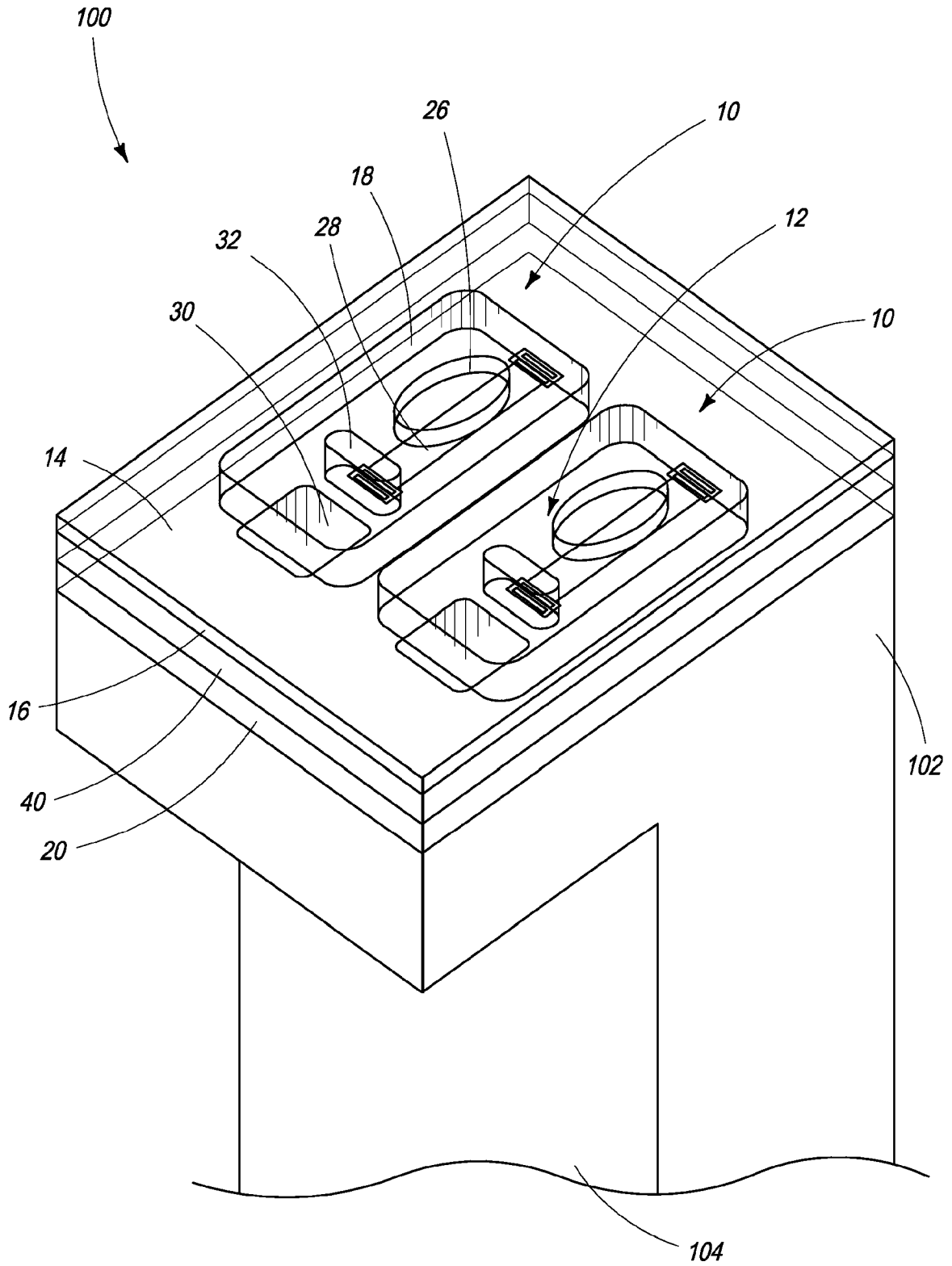
La velocidad de relleno crítica de la cámara de descarga 22 puede controlarse ajustando el ancho de la placa divisora 32, estrechando o ensanchando por tanto las entradas 34 de la cámara de descarga. Evidentemente, habrá un equilibrio entre maximizar las velocidades de relleno de la cámara de descarga y minimizar el reflujo durante la eyección de las gotas. A este respecto, debe apreciarse que la anchura óptima de la placa divisora 32 puede ajustarse, dependiendo de parámetros tales como la viscosidad y la tensión de superficie de la tinta, la frecuencia de eyección máxima, el volumen de las gotas, etc. En la práctica, la anchura óptima de la placa divisora 32 para un cabezal de impresión y tinta particulares puede determinarse de manera empírica. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta 10 según la presente invención tiene normalmente una velocidad de relleno de cámara adecuada para una frecuencia de eyección de gotas superior a 10 kHz o superior a 15 kHz, en función de un volumen de gota de 1,5 pL.

Evidentemente, debe apreciarse que la presente invención se ha descrito solamente a modo de ejemplo y que pueden modificarse los detalles dentro del alcance de la invención, la cual está definida en las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un dispositivo de boquilla de chorro de tinta, que comprende una cámara principal (12) que presenta una superficie inferior (14), una superficie superior (16) y una pared perimétrica que se extiende entre la superficie inferior y la superficie superior, comprendiendo la cámara principal:
- 10 una cámara de descarga (22) que presenta una abertura de boquilla (26) definida en la superficie superior y un accionador para eyectar tinta a través de la abertura de boquilla;  
una antecámara (24) para suministrar tinta a la cámara de descarga, presentando la antecámara una entrada de cámara principal (30) definida en la superficie inferior; y  
caracterizado por que el dispositivo de boquilla de chorro de tinta comprende además una placa divisora (32) que divide la cámara principal para definir la cámara de descarga y la antecámara, extendiéndose la placa divisora entre la superficie inferior y la superficie superior, donde la cámara de descarga y la antecámara tienen un plano de simetría común.
- 15 2. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 1, en el que la superficie inferior y la superficie superior son comunes a la cámara de descarga y la antecámara.
- 20 3. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el plano de simetría común biseca la abertura de boquilla, el accionador, la placa divisora y la entrada de cámara principal.
- 25 4. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared perimétrica delimita la cámara principal y define paredes laterales de la cámara de descarga y de la antecámara.
- 30 5. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la placa divisora presenta un par de bordes laterales, de manera que un hueco se extiende entre cada borde lateral y la pared perimétrica para definir un par de entradas de cámara de descarga que flanquean la placa divisora, donde las entradas de cámara de descarga están dispuestas de manera simétrica alrededor del plano de simetría.
- 35 6. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la abertura de boquilla es alargada y presenta un eje longitudinal alineado con el plano de simetría.
7. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la abertura de boquilla es elíptica y presenta un eje principal alineado con el plano de simetría.
- 40 8. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el accionador comprende un elemento calefactor.
- 45 9. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 8, en el que el elemento calefactor está unido a la superficie inferior de la cámara de descarga.
- 50 10. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el elemento calefactor es alargado y presenta un eje longitudinal alineado con el plano de simetría.
- 55 11. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 10, en el que el centroide de la abertura de boquilla está alineado con el centroide del elemento calefactor o el centroide de la abertura de boquilla está descentrado con respecto al centroide del elemento calefactor a lo largo del eje longitudinal del elemento calefactor.
12. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 10, en el que el elemento calefactor se extiende longitudinalmente entre la placa divisora y la pared perimétrica, de manera que el centroide del elemento calefactor coincide con un punto medio entre la placa divisora y la pared perimétrica.
13. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según la reivindicación 12, en el que la placa divisora es más ancha que el elemento calefactor.
14. El dispositivo de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared perimétrica y la placa divisora están hechas del mismo material.
- 60 15. Un cabezal de impresión de chorro de tinta que comprende una pluralidad de dispositivos de boquilla de chorro de tinta según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.



**FIG. 1**

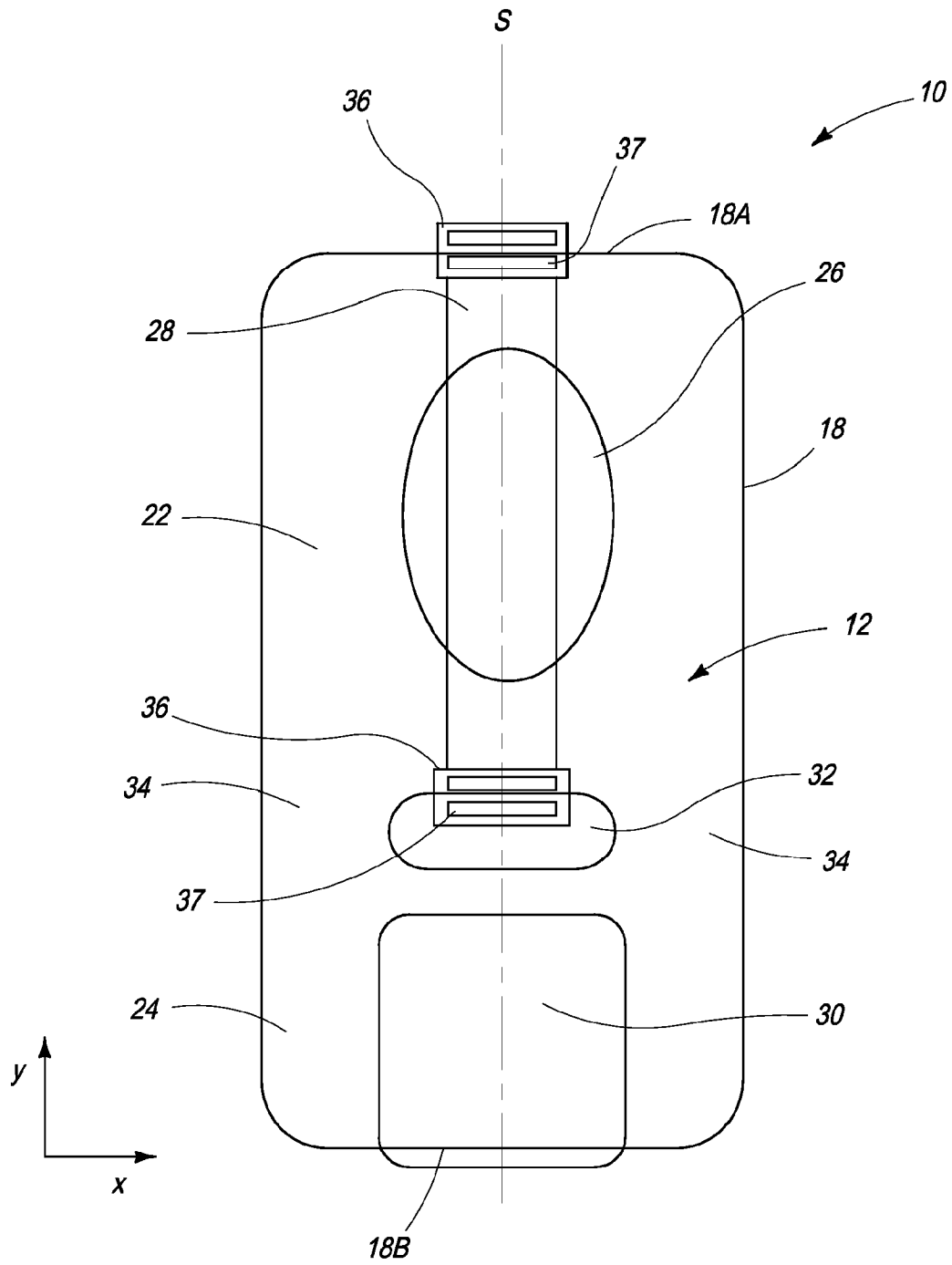
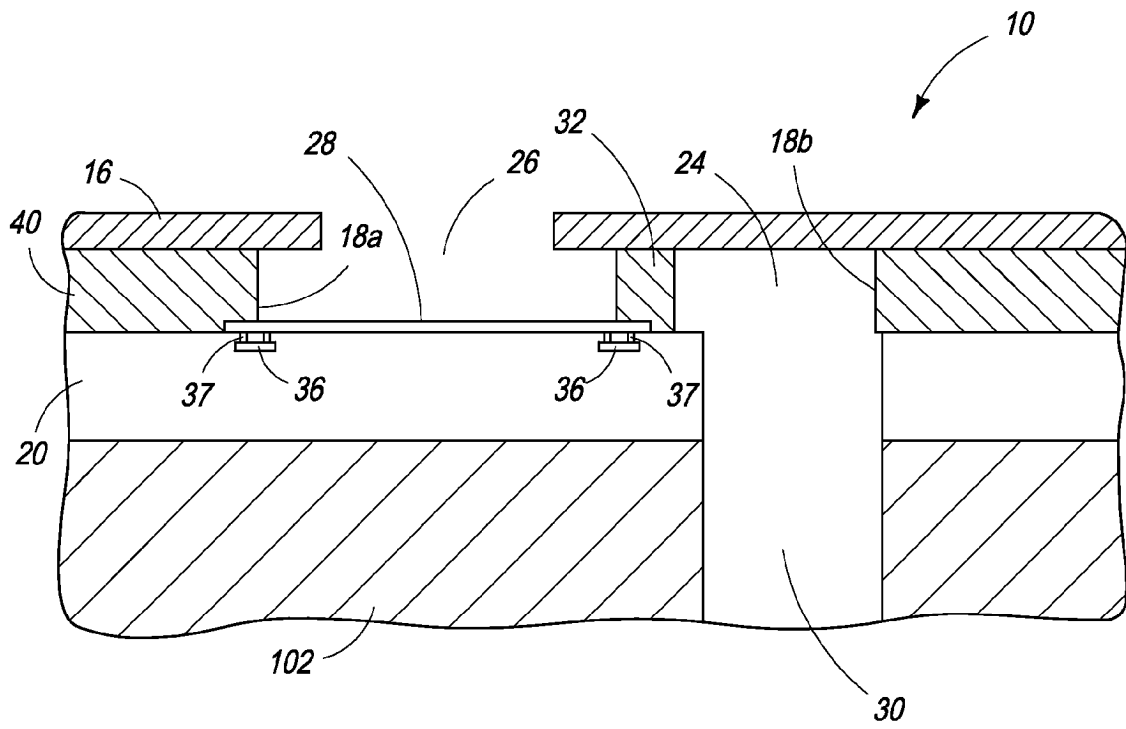


FIG. 2



**FIG. 3**