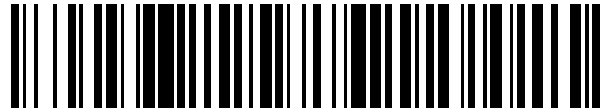


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 757 076**

51 Int. Cl.:

**B01L 3/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2015 PCT/IB2015/059219**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17093780**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2015 E 15804624 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3383534**

54 Título: **Dispositivo microfluídico, conjuntos y procedimiento para extraer partículas de una muestra**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**28.04.2020**

73 Titular/es:  
**RQMICRO AG (100.0%)  
Brandstrasse 24  
8952 Schlieren, CH**

72 Inventor/es:  
**SCHAFFHAUSER, DANIEL;  
KESERUE, HANS-ANTON y  
AKEPSIMADIS, GEORGIOS**

74 Agente/Representante:  
**CURELL SUÑOL, S.L.P.**

ES 2 757 076 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 microfluídico, conjuntos y procedimiento para extraer partículas de una muestra.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un dispositivo microfluídico que puede utilizarse para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra. Se proporciona además un conjunto correspondiente que incluye el dispositivo microfluídico y un procedimiento correspondiente de extracción de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

**Descripción de la técnica relacionada**

15 Las técnicas existentes de extracción de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra implican mover dichas partículas lateralmente, utilizando un campo magnético, desde la muestra a una disolución amortiguador. Especialmente, las disoluciones de muestra y amortiguador fluyen simultáneamente a lo largo de un canal de un dispositivo microfluídico; el canal de un dispositivo microfluídico presenta un lecho de canal plano (por ejemplo, el canal presenta una sección transversal rectangular), y las partículas se mueven desde la muestra a la disolución amortiguador, en una dirección que es paralela al lecho de canal plano. En algunos casos, el canal del dispositivo microfluídico presenta un lecho de canal curvo en cuyo caso las partículas se mueven en una dirección que es paralela a una tangente al ápice de la curva del lecho de canal. Sin embargo, las soluciones existentes para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra experimentan un bajo rendimiento.

Asimismo el campo magnético que se utiliza para mover las partículas desde la muestra a una disolución amortiguador lo proporcionan estructuras imantadas o imantables que son solidarias con el dispositivo microfluídico. Presentar estructuras imantadas o imantables solidarias con el dispositivo microfluídico aumenta los costes de fabricación del dispositivo microfluídico. Para poder mover las partículas en paralelo al lecho de canal plano, las estructuras imantadas o imantables deben situarse con precisión en los dispositivos microfluídicos de modo que su gradiente de campo magnético sea paralelo al lecho de canal plano. En la práctica, el tamaño de las estructuras imantadas o imantables es proporcional a la fuerza magnética que puede aplicarse a las partículas; por tanto, para garantizar la extracción eficaz de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de la muestra en una disolución amortiguador, es necesario integrar grandes estructuras imantadas o imantables en el dispositivo microfluídico, lo que aumenta a su vez las dimensiones del dispositivo microfluídico.

Se conocen dispositivos microfluídicos para la separación de partículas con propiedades magnéticas de una muestra a partir de los documentos WO 2008/048616 A1, US 2003/0175980 A1 y WO 2009/008925 A2.

Existe la necesidad en la técnica de proporcionar un dispositivo microfluídico que pueda lograr una extracción mejorada de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

El objetivo de la presente invención es obviar o mitigar por lo menos algunas de las desventajas asociadas con las soluciones existentes para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

50 **Breve resumen de la invención**

Según la invención, estos objetivos se alcanzan por medio de un dispositivo microfluídico que comprende una paleta, que presenta una primera superficie y una segunda superficie opuesta; presentando la primera superficie definidos en la misma, un canal principal y uno o más canales auxiliares de entrada, cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con el canal principal en una primera unión que está ubicada en un extremo del canal principal, y uno o más canales auxiliares de salida correspondientes, cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con el canal principal en una segunda unión que está ubicada en un segundo extremo opuesto del canal principal; en el que la profundidad del uno o más canales auxiliares de entrada y la profundidad del uno o más canales auxiliares de salida es menor que la profundidad del canal principal, de modo que se encuentra un escalón definido en la primera unión y en la segunda unión; presentando la segunda superficie opuesta definida en la misma una ranura que puede recibir unos medios para generar un campo magnético, en el que la ranura está alineada con, y se extiende en paralelo a, el canal principal.

La profundidad del uno o más canales auxiliares de entrada puede ser igual a la profundidad del uno o más canales auxiliares de salida.

Pueden proporcionarse dos canales auxiliares de entrada que están dispuestos para unirse al canal principal en lados opuestos del canal principal, en la primera unión; y pueden proporcionarse dos canales auxiliares de salida que están dispuestos para unirse al canal principal en lados opuestos del canal principal, en la segunda unión.

5 Pueden proporcionarse dos canales auxiliares de entrada y pueden proporcionarse dos canales auxiliares de salida, y en los que las longitudes de los dos canales auxiliares de entrada son iguales y las longitudes de los dos canales auxiliares de salida son iguales.

10 La longitud del canal principal entre la primera unión y la segunda unión puede ser igual a la mitad de la longitud de un canal auxiliar de entrada.

15 Preferentemente, la longitud del canal principal entre la primera unión y la segunda unión puede ser de entre 1-50 mm. Todavía más preferentemente, la longitud del canal principal entre la primera unión y la segunda unión es de 20 mm.

La razón entre la anchura y la profundidad del canal principal puede ser de entre 0,2 y 5.

20 El dispositivo microfluídico puede comprender además una película que se superpone a la primera superficie para recubrir el canal principal, el uno o más canales auxiliares de entrada y el uno o más canales auxiliares de salida, de modo que se confine el flujo de fluidos dentro de los canales respectivos. La película puede adherirse de manera retirable a la primera superficie.

La longitud de la ranura puede ser igual a la longitud del canal principal.

25 El centro de la ranura está alineada con el centro del canal principal.

La ranura puede presentar una sección transversal decreciente.

30 La ranura puede presentar una sección transversal decreciente con un ápice redondeado. El ápice redondeado de la ranura puede presentar un radio de curvatura de entre 0,05 mm-0,5 mm. Preferentemente, el ápice redondeado de la ranura presentará un radio de curvatura de 0,2 mm.

35 La ranura puede presentar una sección transversal decreciente con una base plana. Por ejemplo, la ranura puede presentar una sección transversal que presenta la forma de un triángulo truncado.

La ranura puede presentar una sección transversal en forma de V.

40 El grosor de la paleta entre la ranura y el canal principal es de entre 0,01 mm y 10 mm. Preferentemente, el grosor de la paleta entre la ranura y el canal principal es de entre 0,15 mm.

45 El dispositivo microfluídico puede comprender un depósito de fuente de amortiguador que está dispuesto en comunicación fluídica con el canal principal, y que puede contener un líquido amortiguador que va a alimentarse al canal principal.

50 El dispositivo microfluídico puede comprender un depósito de fuente de muestra que está dispuesto en comunicación fluídica con el uno o más canales auxiliares de entrada, y que puede contener un líquido de muestra que va a alimentarse al uno o más canales auxiliares de entrada.

55 El dispositivo microfluídico puede comprender un depósito de drenaje de amortiguador que está dispuesto en comunicación fluídica con el canal principal, y que puede recibir un líquido amortiguador que ha fluido a lo largo del canal principal.

60 El dispositivo microfluídico puede comprender un depósito de drenaje de muestra que está dispuesto en comunicación fluídica con el uno o más canales auxiliares de salida, y que puede contener un líquido de muestra que ha fluido a lo largo del uno o más canales auxiliares de salida.

El grosor de la paleta entre la ranura y el canal principal puede ser de entre 0,01-0,2 mm.

65 La paleta puede componerse de material transparente.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas y/o diamagnéticas de una muestra, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes de,

proporcionar un dispositivo microfluídico según uno cualquiera de los dispositivos microfluídicos mencionados anteriormente;

proporcionar una muestra que comprende partículas ferromagnéticas, paramagnéticas y/o diamagnéticas, que fluye a lo largo del uno o más canales auxiliares de entrada y a lo largo del canal principal;

5 proporcionar un amortiguador que fluye a lo largo del canal principal;

en el que la muestra y el amortiguador fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal;

10 aplicar un campo magnético a la muestra que fluye en el canal principal, en el que el campo magnético mueve dichas partículas desde una muestra hacia el amortiguador;

recibir la muestra, que carece sustancialmente de dichas partículas, en el uno o más canales auxiliares de salida;

15 recoger el amortiguador, que contiene dichas partículas.

La etapa de aplicar un campo magnético a la muestra puede comprender, mover unos medios para generar un campo magnético en dicha ranura de la paleta del dispositivo microfluídico.

20 La etapa de aplicar un campo magnético a la muestra puede comprender, proporcionar un campo magnético que mueve dichas partículas fuera de una muestra al amortiguador, en una dirección que es perpendicular a un lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es plano, o perpendicular a una tangente a un ápice del lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es curvo.

25 La etapa de aplicar un campo magnético a la muestra puede comprender, proporcionar un campo magnético que mueve dichas partículas fuera de una muestra al amortiguador, en una dirección que es tanto perpendicular a la dirección de flujo de la muestra y el amortiguador a lo largo del canal principal como, o bien perpendicular a un lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es plano, o bien perpendicular a una tangente a un ápice del lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es curvo.

30 El procedimiento puede comprender la etapa de ajustar la velocidad de flujo de la muestra y el amortiguador de modo que las velocidades de flujo de la muestra y el amortiguador sean iguales a lo largo del canal principal.

35 El procedimiento puede comprender la etapa de ajustar la velocidad de flujo de la muestra y el amortiguador de modo que la razón entre las velocidades de flujo de la muestra en los canales auxiliares de entrada y el amortiguador en el canal principal en la primera unión sea de entre 0,1-10. Todavía más preferentemente, dicha razón es de entre 0,5-2. En una forma de realización, la velocidad de flujo de la muestra es el doble que la del amortiguador en la primera unión. En otro ejemplo, la velocidad de flujo del amortiguador es el doble que la de la muestra en la primera unión.

40 El procedimiento puede comprender la etapa de ajustar la velocidad de flujo de la muestra y el amortiguador de modo que la razón entre las velocidades de flujo de la muestra en los canales auxiliares de salida y el amortiguador en el canal principal en la segunda unión sea de entre 0,1-10. Todavía más preferentemente, dicha razón es de entre 0,5-2. En una forma de realización, la velocidad de flujo de la muestra es el doble que la del amortiguador en la segunda unión. En otro ejemplo, la velocidad de flujo del amortiguador es el doble que la de la muestra en la segunda unión.

50 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un conjunto que comprende un dispositivo microfluídico según uno cualquiera de los dispositivos microfluídicos mencionados anteriormente, y unos medios para generar un campo magnético ubicados en la ranura de la paleta.

Los medios para generar un campo magnético pueden ser un imán permanente que presenta una sección transversal de forma triangular.

55 Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una forma correspondiente a la forma de la ranura en la paleta.

Los medios para generar un campo magnético pueden extenderse por una longitud que es por lo menos igual a la longitud del canal principal en el dispositivo microfluídico.

60 Los medios para generar un campo magnético están dispuestos preferentemente de modo que su imantación sea perpendicular a un lecho de canal plano del canal principal. Los medios para generar un campo magnético están dispuestos preferentemente de modo que su imantación sea perpendicular a una tangente a un ápice de una sección transversal del lecho de canal (por ejemplo, cuando el lecho de canal principal es curvo; o cuando el canal presenta una sección transversal en forma de V)

65

Los medios para generar un campo magnético están dispuestos preferentemente de modo que su imantación sea perpendicular a la dirección de flujo de la muestra y el amortiguador en el canal principal.

5 Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal decreciente.

Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal decreciente con una punta redondeada. La punta redondeada de los medios para generar un campo magnético puede presentar un radio de curvatura de entre 0,05 mm y 0,5 mm. Preferentemente, la punta redondeada de los medios para generar un campo magnético puede presentar un radio de curvatura de 0,2 mm.

10 Los medios para generar un campo magnético presentan una sección transversal decreciente con un ápice plano; Por ejemplo, los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal que presenta la forma de un triángulo truncado.

15 Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal triangular.

Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una forma de sección transversal constante a lo largo de una longitud que es igual o mayor que la longitud del canal principal.

20 Los medios para generar un campo magnético pueden ser un imán permanente.

Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un componente de superficie de contacto, adecuado para actuar junto con el dispositivo microfluídico; comprendiendo el componente de superficie de contacto,

25 uno o más elementos que pueden conectarse selectivamente a un sistema neumático que puede proporcionar un fluido al uno o más elementos,

30 en el que cada uno del uno o más elementos comprende un orificio de entrada que puede conectarse de manera fluida selectivamente a un sistema neumático; un limitador de flujo dispuesto en comunicación fluidica con el orificio de entrada, en el que el limitador de flujo puede limitar el flujo de fluido a través del elemento; y un filtro de aerosol que está dispuesto para estar en comunicación fluidica con el limitador de flujo ajustable; y

35 en el que el componente de superficie de contacto comprende además una o más salidas, cada una de las cuales está en comunicación fluidica con un elemento respectivo, de modo que puede fluir fluido desde el elemento fuera del componente de superficie de contacto a través de la una o más salidas; y en el que cada una de la una o más salidas puede estar dispuesta selectivamente para estar en comunicación fluidica con un depósito respectivo de un dispositivo microfluídico.

40 Preferentemente, el componente de superficie de contacto es adecuado para actuar junto con cualquiera de los dispositivos microfluídicos mencionados anteriormente.

45 El componente de superficie de contacto puede comprender por lo menos cuatro elementos y por lo menos cuatro salidas.

El filtro de aerosol puede comprender material hidrófobo.

50 El filtro de aerosol puede comprender poros que presentan un tamaño en el intervalo de 0,1-0,3  $\mu\text{m}$ . Preferentemente, el filtro de aerosol puede comprender poros que presentan un tamaño de 0,22  $\mu\text{m}$ .

El componente de superficie de contacto puede comprender además uno o más conjuntos magnéticos. Cada uno de los conjuntos magnéticos puede comprender un imán permanente.

55 Cada uno de los conjuntos magnéticos puede comprender,

un émbolo, que presenta un vástago en el que un extremo del vástago se conecta a unos medios para generar un campo magnético;

60 unos medios de desviación que desvían el vástago en un primer sentido; y

un electroimán, que actúa junto con el vástago, de modo que el funcionamiento del electroimán fuerza al vástago a moverse en un segundo sentido opuesto, en contra de la fuerza de desviación de los medios de desviación.

65 Preferentemente, el componente de superficie de contacto comprende una plataforma sobre la que están soportados uno o más conjuntos magnéticos y sobre la que están soportados uno o más elementos. Cuando el

vástago se mueve en el segundo sentido, los medios para generar un campo magnético se mueven en un sentido alejándose de la plataforma. Cuando el vástago se mueve en un primer sentido, los medios para generar un campo magnético se mueven en un sentido hacia la plataforma.

5 Preferentemente, el componente de superficie de contacto comprende una pluralidad de conjuntos magnéticos dispuestos en una fila sobre la plataforma. Por ejemplo, el componente de superficie de contacto puede comprender conjuntos magnéticos dispuestos en una fila sobre la plataforma. Preferentemente, una pluralidad de elementos están ubicados en un lado de la fila y una pluralidad de elementos están ubicados en el otro lado de la fila.

10 Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal decreciente.

Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal decreciente con una punta redondeada. La punta redondeada de los medios para generar un campo magnético puede presentar un radio de curvatura de entre 0,05 mm-0,5 mm. Preferentemente, la punta redondeada de los medios para generar un campo magnético puede presentar un radio de curvatura de 0,2 mm.

15 Los medios para generar un campo magnético presentan una sección transversal decreciente con un ápice plano; por ejemplo, los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal que presenta la forma de un triángulo truncado.

20 Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una sección transversal triangular.

Los medios para generar un campo magnético pueden presentar una forma de sección transversal constante a lo largo de una longitud que es igual o mayor que la longitud del canal principal.

25 Los medios para generar un campo magnético pueden ser un imán permanente. El imán permanente puede presentar una longitud de entre 1-50 mm. Preferentemente, el imán permanente presenta una longitud de 20 mm. Preferentemente, el imán permanente presenta una sección transversal constante a lo largo de toda la longitud del imán permanente.

30 El vástago del émbolo puede conectarse a dichos medios para generar un campo magnético mediante por lo menos dos elementos de pasador que pasan a través de orificios definidos en la paleta del componente de superficie de contacto. Los por lo menos dos pasadores ayudarán a garantizar que se impida que los medios para generar un campo magnético roten alrededor de un eje longitudinal del conjunto magnético.

35 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un conjunto que comprende,

40 un dispositivo microfluídico según uno cualquiera de los dispositivos microfluídicos mencionados anteriormente; y

un componente de superficie de contacto según uno cualquiera de los componentes de superficie de contacto mencionados anteriormente;

45 en el que una o más de las salidas del componente de superficie de contacto están dispuestas para estar en comunicación fluídica con un depósito respectivo del dispositivo microfluídico.

El conjunto puede comprender además un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire positivo. El conjunto puede comprender además un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire negativo.

50 El componente de superficie de contacto puede comprender una fila de conjuntos magnéticos y elementos ubicados en lados opuestos de la fila de conjuntos magnéticos. Los elementos ubicados en un lado de la fila pueden conectarse de manera fluida a un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire positivo; y los elementos que están ubicados en el otro lado opuesto de la fila pueden conectarse de manera fluida a un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire negativo.

55 Cada una de la una o más salidas están dispuestas para estar en comunicación fluídica con un depósito respectivo de un dispositivo microfluídico.

60 Por lo menos una salida está en comunicación fluídica con un depósito de fuente de muestra. Un elemento que está en comunicación fluídica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluida a un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire positivo.

65 Por lo menos una salida está en comunicación fluídica con un depósito de fuente de amortiguador. Un elemento que está en comunicación fluídica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluida a un sistema

neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire positivo.

5 Por lo menos una salida está en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de muestra. Un elemento que está en comunicación fluidica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluida a un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire negativo.

10 Por lo menos una salida está en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de amortiguador. Un elemento que está en comunicación fluidica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluida a un sistema neumático que puede accionarse para proporcionar un flujo de aire negativo.

15 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un procedimiento de extracción de partículas ferromagnéticas de una muestra, que comprende además proporcionar un dispositivo microfluídico según uno cualquiera de los dispositivos microfluídicos mencionados anteriormente; proporcionar una muestra que comprende partículas ferromagnéticas, paramagnéticas y/o diamagnéticas en un depósito del dispositivo microfluídico; proporcionar un amortiguador en un depósito del dispositivo microfluídico;

20 proporcionar un componente de superficie de contacto según uno cualquiera de los componentes de superficie de contacto mencionados anteriormente, en actuación conjunta con el dispositivo microfluídico de modo que una o más de las salidas estén dispuestas para estar en comunicación fluidica con un depósito respectivo del dispositivo microfluídico

25 conectar un sistema neumático a cada uno del uno o elementos del componente de superficie de contacto; y accionar el sistema neumático para proporcionar una presión de aire positiva y/o presión de aire negativa en cada uno del uno o más elementos, para hacer que la muestra fluya a lo largo del uno o más canales auxiliares de entrada y a lo largo del canal principal y hacer que el amortiguador fluya a lo largo del canal principal;

30 accionar un electroimán del componente de superficie de contacto para hacer que el vástago del émbolo se mueva contra unos medios de desviación, y mover el imán permanente en de la ranura del dispositivo microfluídico de modo que se aplique un campo magnético a la muestra que fluye en el canal principal, en el que el campo magnético mueve dichas partículas desde una muestra hacia el amortiguador;

35 recibir la muestra, que carece sustancialmente de dichas partículas, en el uno o más canales auxiliares de salida;

recoger el amortiguador, que contiene dichas partículas.

40 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un limitador de flujo adecuado para su utilización en cualquiera de los componentes de superficie de contacto mencionados anteriormente, comprendiendo el limitador de flujo,

un elemento de entrada que presenta un canal de entrada definido en el mismo;

45 un elemento de salida que presenta un canal de salida definido en el mismo;

en el que el canal de entrada y el canal de salida se conectan de manera fluida; y

50 un elemento capilar que comprende un canal intermedio que está ubicado entre los elementos de entrada y salida, y en el que el canal intermedio está en comunicación fluidica con el canal de entrada y el canal de salida; y en el que el canal intermedio presenta dimensiones más pequeñas que las dimensiones de los canales de entrada y salida.

55 Preferentemente, el canal intermedio presenta una sección transversal circular y presenta un diámetro que es de entre 1-100  $\mu\text{m}$ .

Preferentemente, el elemento capilar se compone de material transparente tal como vidrio, por ejemplo.

60 El limitador de flujo puede comprender un elemento macho y un elemento hembra que están configurados de modo que puedan actuar conjuntamente de manera mecánica entre sí de modo que los elementos macho y hembra puedan fijarse conjuntamente;

en el que el elemento macho comprende el elemento de entrada, y el elemento hembra comprende el elemento de salida;

65 en el que los elementos macho y hembra presentan cada uno una cavidad que puede recibir una porción del elemento capilar de manera que una porción del elemento capilar esté contenida dentro de la cavidad en el

elemento macho, y otra porción del elemento capilar esté contenida dentro de la cavidad del elemento hembra.

5 La profundidad de la cavidad en el elemento macho es tal que cuando el elemento capilar se sitúa en la cavidad de tal manera que el elemento capilar hace tope con la base de la cavidad, por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar se extiende fuera de la cavidad.

Preferentemente, la profundidad de la cavidad en el elemento macho es de entre 0,5 mm-19,5 mm. Todavía más preferentemente, la profundidad de la cavidad en el elemento macho es de 1,5 mm.

10 La cavidad en el elemento macho presenta preferentemente una sección transversal circular. El diámetro de la cavidad en el elemento macho es preferentemente de entre 0,5 mm-5 mm.

15 Preferentemente, la profundidad de la cavidad en el elemento hembra es de entre 0,5-20 mm. Todavía más preferentemente, la profundidad de la cavidad en el elemento hembra es de 5 mm.

La cavidad en el elemento hembra presenta preferentemente una sección transversal circular. El diámetro de la cavidad en el elemento hembra es preferentemente de entre 0,5 mm-5 mm.

20 El elemento capilar puede presentar una longitud de entre 2,20 mm. Todavía más preferentemente, el elemento capilar presenta una longitud de entre 4-8 mm.

Preferentemente, la longitud de la porción del elemento capilar que está contenida dentro de la cavidad del elemento hembra es de por lo menos 0,5 mm.

25 El limitador de flujo puede comprender además una junta tórica ubicada en una superficie de contacto entre los elementos macho y hembra.

El elemento macho puede comprender además una ranura anular definida en el mismo que puede recibir la junta tórica.

30 La junta tórica puede estar dispuesta para hacer tope con el elemento macho, el elemento hembra y el elemento capilar simultáneamente.

El elemento capilar puede extenderse a través de la junta tórica.

35 La razón entre el grosor de cuerda de la junta tórica y el diámetro interior de la junta tórica puede ser de entre 0,1-1. Preferentemente, la razón del grosor de cuerda de la junta tórica con respecto al diámetro interior de la junta tórica es de 0,5 o 0,8.

40 El canal de entrada puede presentar una sección transversal circular. El canal de entrada puede presentar un diámetro en el intervalo de 0,2 mm-1,5 mm

El canal de salida puede presentar una sección transversal circular. El canal de salida puede presentar un diámetro en el intervalo de 0,2 mm-1,5 mm.

45 El elemento macho puede presentar una rosca externa, y la hembra presenta una rosca interna o viceversa.

El elemento macho puede comprender además nervaduras en una superficie exterior del mismo. El elemento hembra puede comprender además nervaduras en una superficie exterior del mismo.

50 Según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un conjunto de limitador de flujo que comprende,

55 un elemento macho que comprende un canal, y que presenta además una cavidad definida en el mismo; y un elemento hembra que presenta un canal definido en el mismo, y que presenta además una cavidad definida en el mismo;

60 en el que el elemento macho y el elemento hembra pueden actuar conjuntamente de manera mecánica de modo que las cavidades en cada elemento estén alineadas para definir un volumen que puede recibir un elemento capilar;

65 una pluralidad de elementos capilares, cada uno de los cuales presenta un canal intermedio definido en el mismo; en el que la longitud de cada uno de los elementos capilares es diferente de tal manera que las longitudes de sus canales intermedios respectivos son diferentes; y en el que cada uno de los elementos capilares está dimensionado de tal manera que puedan estar contenidos completamente dentro del volumen definido por las cavidades en los elementos macho y hembra.



**Breve descripción de los dibujos**

5 La invención se entenderá mejor a partir de la descripción de una forma de realización proporcionada a título de ejemplo e ilustrada mediante las figuras, en las que:

Las figuras 1a y 1b representan una vista en perspectiva de un dispositivo microfluídico según una forma de realización de la presente invención;

10 la figura 1c representa una vista en perspectiva ampliada de una primera unión de dicho dispositivo microfluídico;

la figura 1d proporciona una vista en sección transversal de una parte del dispositivo microfluídico tomada a lo largo de la línea 'A' de la figura 1b;

15 la figura 1e es una vista en planta de parte del dispositivo microfluídico que representa uno de los canales principales y sus dos canales auxiliares de entrada respectivos y dos canales auxiliares de salida respectivos;

la figura 1f proporciona una vista ampliada de una segunda unión de dicho dispositivo microfluídico;

20 la figura 2a proporciona una vista en perspectiva de un conjunto según un aspecto adicional de la presente invención; y la figura 2b proporciona una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 'A' en la figura 2a;

25 la figura 3a ilustra la disposición de la muestra y el fluido amortiguador en el canal principal y dos canales auxiliares de entrada; y la figura 3b ilustra la disposición de la muestra y el fluido amortiguador en el canal principal y dos canales auxiliares de salida;

30 las figuras 4a y 4b proporcionan vistas en perspectiva de un componente de superficie de contacto según un aspecto adicional de la presente invención;

la figura 5a proporciona una vista en perspectiva, en sección transversal parcial, de un limitador de flujo de un elemento del componente de superficie de contacto mostrado en las figuras 4a y 4b;

35 la figura 5b proporciona una vista en despiece ordenado del limitador de flujo de un elemento del componente de superficie de contacto mostrado en las figuras 4a y 4b;

40 las figuras 6a y 6b proporcionan, cada una, una vista en sección transversal de un conjunto magnético del componente de superficie de contacto mostrado en las figuras 4a y 4b; la figura 6c proporciona una vista en perspectiva del conjunto magnético del componente de superficie de contacto que se muestra en las figuras 4a y 4b;

la figura 7 proporciona una vista en perspectiva de un conjunto según un aspecto adicional de la presente invención.

45

**Descripción detallada de posibles formas de realización de la invención**

50 Las figuras 1a y 1b proporcionan vistas en perspectiva de un dispositivo 1 microfluídico según una forma de realización de la presente invención. El dispositivo 1 microfluídico comprende una paleta 3 que presenta una primera superficie 4a y una segunda superficie 4b opuesta. La paleta 3 se compone de material transparente, como termoplástico transparente. La figura 1a es una vista en perspectiva de un dispositivo 1 microfluídico que representa la primera superficie 4a; y la figura 1b es una vista en perspectiva de un dispositivo 1 microfluídico que representa la segunda superficie 4b opuesta.

55 Haciendo referencia a la figura 1a, la primera superficie 4a presenta cuatro canales principales 5 definidos en la misma. Se entenderá que puede definirse cualquier número de canales principales en la primera superficie 4a. Cada uno de los canales principales 5 presenta un primer extremo 5a y un segundo extremo opuesto 5b.

60 Para cada canal principal 5 se proporcionan dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con un canal principal 5 respectivo en una primera unión 7 que está ubicada en el primer extremo 5a del canal principal 5 respectivo. Dos canales auxiliares de salida 8a, 8b correspondientes, cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con un canal principal 5 respectivo en una segunda unión 9 que está ubicada en el segundo extremo opuesto 5b del canal principal 5 respectivo. Se entenderá que puede proporcionarse cualquier número de canales auxiliares de entrada y cualquier número de canales auxiliares de salida para cada canal principal 5; sin embargo, todavía más preferentemente, el número de canales auxiliares de entrada corresponderá al número de canales auxiliares de salida. Los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b son

65

imágenes especulares entre sí, y los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b son imágenes especulares entre sí.

Una película 18, se superpone a los canales principales 5 y los canales auxiliares de entrada 6a, 6b y los canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos de modo que se limite el flujo de fluidos dentro de los canales 5, 6a, 6b, 8a, 8b respectivos. La película 18 se adhiere de manera retirable a (o se fija a) la primera superficie 4a de modo que pueda retirarse selectivamente y unirse a la primera superficie 4a. La película se compone de material transparente, tal como termoplástico transparente, para permitir al usuario observar el flujo de fluidos dentro del dispositivo 1 microfluídico.

La figura 1c proporciona una vista ampliada de una primera unión 7; se entenderá que la totalidad de las primeras uniones 7 en el dispositivo 1 microfluídico presentarán una configuración similar. Puede observarse a partir de la figura 1c que la profundidad 'd' de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b es menor que la profundidad 'f' del canal principal 5. Por lo tanto, están previstos unos escalones 106a, 106b respectivos definidos en la primera unión 7 en las superficies de contacto entre cada uno de los canales auxiliares de entrada 6a, 6b y el canal principal 5. En la primera unión 7, los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b están dispuestos para unirse al canal principal 5 en lados opuestos 25a, 25b del canal principal 5. Ambos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se unen al canal principal 5 en el mismo punto a lo largo de la longitud del canal principal 5; a ese respecto, debe apreciarse que en la presente invención la primera unión 7 está definida por el punto a lo largo de la longitud del canal principal 5 donde los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se encuentran con el canal principal 5.

La figura 1f proporciona una vista ampliada de una segunda unión 9; debe apreciarse que la totalidad de las segundas uniones 9 en el dispositivo 1 microfluídico presentarán una configuración similar. Puede observarse a partir de la figura 1f que la profundidad 'x' de cada uno de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b es menor que la profundidad 'f' del canal principal 5. Por lo tanto, están previstos unos escalones 108a, 108b respectivos definidos en la segunda unión 9 en las superficies de contacto entre cada uno de los canales auxiliares de salida 8a, 8b y el canal principal 5. La profundidad 'x' de cada uno de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b es igual a la profundidad 'd' de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b. En la segunda unión 9, los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b están dispuestos para unirse al canal principal 5 en lados opuestos 25a, 25b del canal principal 5. Ambos canales auxiliares de salida 8a, 8b se unen al canal principal 5 en el mismo punto a lo largo la longitud del canal principal 5; a ese respecto, debe apreciarse que en la presente invención la segunda unión 9 está definida por el punto a lo largo de la longitud del canal principal 5 donde los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se encuentran con el canal principal 5.

Haciendo referencia a la figura 1b, que proporciona una vista en perspectiva de un dispositivo 1 microfluídico que muestra la segunda superficie 4b opuesta de la paleta 3. La segunda superficie 4b opuesta presenta una pluralidad de ranuras 15 definidas en la misma, cada una de las cuales puede recibir unos medios para generar un campo magnético (por ejemplo, un imán). El número de ranuras 15 definidas en la segunda superficie 4b opuesta corresponde al número de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta 3; por tanto, en este ejemplo, se definen cuatro ranuras 15 en la segunda superficie 4b opuesta. Cada ranura 15 está alineada con un canal principal 5 respectivo. Cada ranura 15 se extiende a lo largo de una longitud (L7) que es igual a la longitud (L8, véase la figura 1e) del canal principal que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9. Puede apreciarse que la paleta 3 comprende además una muesca 128 que se utiliza para la alineación; en particular, la muesca 128 se utiliza para alinear el dispositivo 1 microfluídico en una posición predefinida en un conjunto (tal como los conjuntos que se describirán más adelante).

La figura 1d proporciona una vista en sección transversal del dispositivo microfluídico tomada a lo largo de la línea 'A' de la figura 1b. La figura 1d incluye una vista en sección transversal de una ranura 15; se entenderá que todas las ranuras 15 presentarán una configuración similar a la representada en la figura 1d. Puede apreciarse a partir de la figura 1d que el canal principal 5 que se define en la primera superficie 4a presenta una sección transversal rectangular que presenta una anchura 's' y una profundidad 'f'. La razón entre la anchura 's' y la profundidad 'f' del canal principal 5 es preferentemente de entre 0,2 y 5; en este ejemplo particular, la razón entre la anchura 's' y la profundidad 'f' del canal principal 5 es de 1,75. El canal principal presenta un lecho 5d de canal que es plano, y superficies laterales opuestas 5e, 5f que son perpendiculares al lecho 5d de canal para definir la sección transversal rectangular.

Se muestra que la ranura 15 está alineada con el canal principal 5; dicho de otro modo, el centro de la ranura 15 está alineado con el centro del canal principal 5 tal como se representa por el eje 16. La anchura 'w' de la ranura 15 es de sección decreciente. Específicamente, las paredes laterales 15a, 15b que definen la ranura 15 están inclinadas de manera que la anchura 'w' de la ranura 15 es de sección decreciente hacia una superficie 15c que define la base de la ranura 15. El grosor 't' de la paleta 3 entre la ranura 15 y el canal 5 nunca es inferior a 0,01 mm, y es preferentemente de 0,15 mm (o por lo menos de entre 0,01-10 mm); más específicamente a lo largo del eje 16 (en el que se encuentran el centro de la ranura 15 y el centro del canal principal 5) el grosor 't' de la paleta 3 es de entre 0,01-10 mm, y preferentemente es de 0,15 mm.

En este ejemplo que se representa en la figura 1d, la superficie 15c que define la base de la ranura 15 es plana, sin embargo, en otra forma de realización, la superficie que define la base de la ranura 15 es curva, y presenta

preferentemente un radio de curvatura de entre 0,05 mm-0,5mm; y todavía más preferentemente presenta un radio de curvatura de entre 0,2 mm. En aún otra forma de realización, la ranura 15 presenta una sección transversal en forma de V.

5 Tal como se representa en la figura 1b, el dispositivo 1 microfluídico comprende además una pluralidad de depósitos de fuente de amortiguador 106, depósitos de fuente de muestra 105, depósitos de drenaje de amortiguador 107 y depósitos de drenaje de muestra 108. El número de depósitos de fuente de amortiguador 106 corresponde al número de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por tanto, en este ejemplo se proporcionan cuatro depósitos de fuente de amortiguador 106. El número de depósitos de fuente de muestra 105 corresponde al número de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por tanto, en este ejemplo se proporcionan cuatro depósitos de fuente de muestra 105. El número de depósitos de drenaje de amortiguador 107 corresponde al número de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por tanto, en este ejemplo se proporcionan cuatro depósitos de drenaje de amortiguador 107. El número de depósitos de drenaje de muestra 108 corresponde al número de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por tanto, en este ejemplo se proporcionan cuatro depósitos de drenaje de muestra 108. Cada depósito de fuente de amortiguador 106 está dispuesto en comunicación fluidica con un canal principal 5 respectivo, y puede contener un líquido amortiguador que va a alimentarse al canal principal 5. Cada depósito de fuente de muestra 105 está dispuesto en comunicación fluidica con un par respectivo de canales auxiliares de entrada 6a, 6b, y puede contener un líquido de muestra que va a alimentarse a los canales auxiliares de entrada 6a, 6b. Cada depósito de drenaje de amortiguador 107 está dispuesto en comunicación fluidica con un canal principal 5 respectivo, y puede recibir un líquido amortiguador que ha fluido a lo largo de dicho canal principal 5. Cada depósito de drenaje de muestra 108 está dispuesto en comunicación fluidica con un par respectivo de canales auxiliares de salida 8a, 8b y puede recibir un líquido de muestra que ha fluido fuera del canal principal 5 y a lo largo de un canal auxiliar de salida 8a, 8b.

Haciendo referencia de nuevo brevemente a la figura 1a, cada canal principal 5 se conecta de manera fluida, a través de un primer conducto 11, a un depósito de fuente de amortiguador 106 respectivo (representado en la figura 1b). Los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b para cada canal principal 5 se conectan de manera fluida, a través de un segundo conducto común 12, a un depósito de fuente de muestra 105 respectivo (representado en la figura 1b); ambos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se conectan de manera fluida al mismo depósito de fuente de muestra 105 a través del segundo conducto común 12. En este ejemplo, los primer y segundo conductos 11, 12 pasan cada uno a través de la paleta 3 desde la primera superficie 4a hasta la segunda superficie 4b opuesta.

Cada canal principal 5 asimismo se conecta de manera fluida, a través de un tercer conducto 13, a un depósito de drenaje de amortiguador 107 respectivo (mostrado en la figura 1b). Los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b para cada canal principal 5 se conectan de manera fluida, a través de un cuarto conducto común 14, a un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo (mostrado en la figura 1b); ambos canales auxiliares de salida 8a, 8b se conectan de manera fluida al mismo depósito de drenaje de muestra 108 a través del cuarto conducto común 14. En este ejemplo, los conductos tercero y cuarto 13, 14 pasan cada uno a través de la paleta 3 desde la primera superficie 4a hasta la segunda superficie 4b opuesta.

La figura 1e proporciona una vista en planta de uno de los canales principales 5 y sus dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b respectivos y los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos; se entenderá que la totalidad de los canales principales 5 y sus dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b respectivos y sus dos canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos presentarán la misma configuración que se muestra en la figura 1d. Haciendo referencia a la figura 1e, puede observarse que en esta forma de realización las longitudes (L2, L3) respectivas de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, desde el segundo conducto 12 hasta la primera unión 7, es igual al doble de la longitud (L1) del canal principal 5 desde el primer conducto 11 hasta la primera unión 7 (es decir,  $2 \cdot L1 = L2$  y  $2 \cdot L1 = L3$ ). Además, las longitudes (L2, L3) respectivas de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, desde el segundo conducto 12 hasta la primera unión 7 son iguales (es decir,  $L2 = L3$ ). Las longitudes (L5, L6) respectivas de cada uno de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b, desde el cuarto conducto 14 hasta la segunda unión 9, es igual al doble de la longitud (L4) del canal principal 5 desde el tercer conducto 13 hasta la segunda unión 9 (es decir,  $2 \cdot L4 = L5$  y  $2 \cdot L4 = L6$ ). Además, las longitudes (L5, L6) respectivas de cada uno de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b, desde el cuarto conducto 14 hasta la segunda unión 9 son iguales (es decir,  $L5 = L6$ ). En este ejemplo, las longitudes 'L2', 'L3', 'L5' y 'L6' son iguales entre sí; sin embargo, esta condición no es esencial para la invención. Todavía más preferentemente, las longitudes 'L2', 'L3', 'L5' y 'L6' serán de entre 20 y 60 mm, preferentemente de 40 mm. En este ejemplo, las longitudes 'L1' y 'L4' son iguales entre sí; sin embargo, esta condición no es esencial para la invención. Todavía más preferentemente, las longitudes 'L1' y 'L4' serán de entre 10 y 40 mm, preferentemente de 20 mm. La longitud (L8) del canal principal 5 que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9 asimismo se ilustra en la figura 1e. Normalmente, la longitud (L8) del canal principal 5 que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9 es de entre 1 mm-50 mm; en este ejemplo, la longitud (L8) del canal principal 5 que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9 es de 20 mm.

El dispositivo 1 microfluídico que se representa en las figuras 1a-e puede utilizarse para formar un conjunto según un aspecto adicional de la presente invención. La figura 2a proporciona una vista en perspectiva de un conjunto

según un aspecto adicional de la presente invención y la figura 2b proporciona una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea 'A' en la figura 2a. Haciendo referencia a las figuras 2a y 2b, puede observarse que el conjunto comprende un dispositivo 1 microfluídico (tal como se muestra en las figuras 1a-e) y unos medios para generar un campo magnético en forma de imanes permanentes 20a-c. Debe apreciarse que la presente invención no se limita a requerir medios para generar un campo magnético en forma de imanes permanentes, y que puede utilizarse cualquier medio adecuado para generar un campo magnético (por ejemplo, un electroimán). De manera importante, el conjunto es modular y presenta un dispositivo 1 microfluídico que es independiente de manera mecánica de los medios para generar un campo magnético (imanes permanentes 20a-d); ventajosamente, los medios para generar un campo magnético no son solidarios con el dispositivo 1 microfluídico, disminuyendo así los costes de fabricación del dispositivo 1 microfluídico.

Cada uno de los imanes permanentes 20a-d se recibe en una ranura 15 respectiva que se define en la segunda superficie 4b de la paleta 3. La sección transversal de cada imán permanente 20a-d presenta una forma correspondiente a la forma de la sección transversal de la ranura 15; así, en este ejemplo, cada imán permanente 20a-d presenta una anchura decreciente "m"; y cada imán permanente 20a-d asimismo presenta una superficie superior plana 21 correspondiente a la superficie plana 15c que define la base de la ranura 15. Se entenderá que si la sección transversal de las ranuras 15 presentara un ápice curvo (es decir, una superficie de base 15c que presenta un perfil curvo), entonces cada imán permanente 20a-d presentaría una sección transversal con un ápice curvo correspondiente (en este caso, preferentemente cada imán permanente 20a-d presentaría una sección transversal que presentaría un ápice que presenta un radio de curvatura de entre 0,05 mm-0,5 mm; y todavía más preferentemente cada imán permanente 20a-d presentaría una sección transversal que presentaría un ápice que presenta un radio de curvatura de 0,2 mm). Del mismo modo, si las ranuras presentan una sección transversal en forma de V, entonces los imanes permanentes 20a-c asimismo presentarían que conformarse para presentar una sección transversal en forma de V correspondiente. Al presentar la forma de la sección transversal de cada imán permanente 20a-d correspondiente a la forma de la sección transversal de las ranuras 15, permite que los imanes permanentes 20a-d encajen perfectamente en sus ranuras 15 respectivas. Preferentemente, los imanes permanentes 20a-d encajarán perfectamente en sus ranuras 15 respectivas de manera que el ápice o la parte superior de cada uno de los imanes permanentes 20a-d se haga tope contra la superficie 15c que define la base de la ranura 5 respectiva en la que se recibe; esto garantiza que no haya ningún espacio de aire entre los imanes permanentes 20a-d y las superficies 15c que definen la base de las ranuras 15 respectivas.

Además, la longitud de cada uno de los imanes permanentes 20a-d corresponde a la longitud de la ranura 15 respectiva en la que se recibe. Puesto que en este ejemplo la longitud de las ranuras 15 corresponde a la longitud de los canales principales 5 entre la primera unión 7 y la segunda unión 9, la longitud de cada uno de los imanes permanentes 20a-d corresponderá a la longitud de los canales principales 5 entre la primera unión 7 y la segunda unión 9.

Durante la utilización, los imanes permanentes 20a-d pueden proporcionar un campo magnético dentro de un canal principal 5 respectivo. Puesto que cada uno de los imanes permanentes 20a-d presenta una longitud correspondiente a la longitud de los canales principales 5 entre la primera unión 7 y la segunda unión 9, cada uno de los imanes permanentes 20a-d respectivos puede generar un campo magnético que es constante a lo largo de un canal principal respectivo entre la primera unión 7 y la segunda unión 9.

El dispositivo 1 microfluídico, tal como se muestra en las figuras 1a-e, puede utilizarse para implementar un procedimiento, según un aspecto adicional de la presente invención. Una forma de realización del procedimiento es un procedimiento para retirar partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra, tal como se describirá a continuación: se proporciona en primer lugar un dispositivo 1 microfluídico, tal como se muestra en las figuras 1a-e.

La muestra que contiene partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas se proporciona en un depósito de fuente de muestra 105. La muestra fluye desde el depósito de fuente de muestra 105, a través del segundo conducto 12, hacia el par de canales auxiliares de entrada 6a, 6b. Se proporciona un fluido amortiguador, tal como agua libre de partículas, en un depósito de fuente de amortiguador 106. El fluido amortiguador fluye desde el depósito de fuente de amortiguador 106, a través del primer conducto 11, hacia el canal principal 5. Se entenderá que el fluido amortiguador puede ser cualquier fluido que carezca de las partículas que van a retirarse de la muestra (es decir, carece de las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas que van a retirarse); además del agua libre de partículas, pueden utilizarse otros líquidos, como solución salina tamponada con fosfato (PBS) o agua que contiene un detergente.

La muestra fluye a lo largo de los canales auxiliares de entrada 6a, 6b y entra en el canal principal 5 en la primera unión 7. Por lo tanto, en la unión 7 el canal principal 5 contendrá tanto la muestra como el fluido amortiguador de modo que tanto la muestra como el fluido amortiguador fluyan simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

Las figuras 3a y 3b representan la disposición de una muestra 30 y el fluido amortiguador 31 en el canal principal 5 a medida que fluyen a lo largo del canal principal 5. El sentido de flujo de la muestra 30 y el fluido amortiguador

31 a lo largo del canal principal 5 se indica mediante las flechas. Aguas arriba de la primera unión 7, el canal principal 5 contiene sólo fluido amortiguador 31 que proviene del depósito de fuente de amortiguador 106. Sin embargo, en la unión 7, los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se unen al canal principal 5; en la primera unión 7, la muestra 30 que fluye en los canales auxiliares de entrada 6a, 6b respectivos entra en el canal principal 5 de modo que tanto la muestra 30 como el amortiguador 31 fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

Tal como puede apreciarse a partir de las figuras 3a y b, se forman dos corrientes 30a, 30b de muestra en el canal principal 5; una primera corriente 30a de muestra está formada por la muestra 30 que proviene de uno de los canales auxiliares de entrada 6a, y una segunda corriente 30b de muestra está formada por la muestra 30 que proviene del otro de los canales auxiliares de entrada 6b. De manera importante, dado que la profundidad 'd' de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b es menor que la profundidad 'f' del canal principal 5, la muestra 30 y el fluido amortiguador 31 forman una disposición particular dentro del canal principal 5; específicamente el fluido amortiguador 31 se interpone entre cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b y el lecho 5d de canal plano del canal principal 5.

Se aplica un campo magnético a la muestra 30 y al amortiguador 31 que fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal 5. El campo magnético mueve las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 en ambas corrientes de muestra 30a, 30b hacia el amortiguador 31. En este ejemplo, para aplicar un campo magnético a la muestra 30 (y el fluido amortiguador 31) que fluye a lo largo del canal principal 5, se mueve un imán permanente 20a-d hacia la ranura 15 en la segunda superficie 4b de la paleta 3, que está alineada con dicho canal principal 5 en el que fluyen la muestra 30 y el amortiguador 31. El imán permanente 20a-c presenta una imantación que está en una dirección que es perpendicular a la dirección de flujo de la muestra 30 y el amortiguador 31 en el canal principal 5, y asimismo es perpendicular al lecho 5d de canal plano del canal principal (o perpendicular a una tangente al ápice de la sección transversal del canal principal si el canal principal presenta un lecho de canal curvo o si el canal principal 5 presenta una sección transversal en forma de V). Debe apreciarse que puede utilizarse cualquier medio para generar un campo magnético para proporcionar el campo magnético que se aplica a la muestra 30 y al amortiguador 31; la presente invención no se limita a requerir la utilización de un imán permanente 20a-d. Se señala que al proporcionar un imán permanente 20a-d en la ranura, se forma el conjunto mostrado en las figuras 2a y b.

Ventajosamente, debido a que el fluido amortiguador 31 se interpone entre cada uno de la muestra 30 y el lecho 5d de canal del canal principal 5, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 pueden moverse desde la muestra 30 hacia el fluido amortiguador 31, en una dirección que es perpendicular a, o sustancialmente perpendicular a, el sentido de flujo de las corrientes de muestra 30a, 30b y el fluido amortiguador 31 en el canal principal 5. Más específicamente, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 pueden moverse desde cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b hacia el fluido amortiguador 31, en una dirección que es hacia el lecho 5d de canal del canal principal 5 (o en una dirección que es perpendicular al lecho 5d de canal del canal principal 5; o perpendicular a una tangente al ápice de la sección transversal del canal principal si el canal principal presenta un lecho de canal curvo o si el canal principal 5 presenta una sección transversal en forma de V).

Además, tal como se muestra en las figuras 3a y b, el fluido amortiguador 31 se interpone entre las corrientes de muestra 30a, 30b; así, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 asimismo pueden moverse desde cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b hacia el fluido amortiguador 31, en una dirección que es perpendicular, o sustancialmente perpendicular, al sentido de flujo de las corrientes de muestra 30a, 30b, y el fluido amortiguador 31 en el canal principal 5. Más específicamente, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 pueden moverse desde cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b, hacia el fluido amortiguador 31, en una dirección que es paralela al lecho 5d de canal del canal principal 5 (o en una dirección que es paralela a una tangente al ápice de la sección transversal del canal principal si el canal principal presenta un lecho de canal curvo o una sección transversal en forma de V).

En el momento en que la muestra 30 y el fluido amortiguador 31 hayan alcanzado la segunda unión 9, todas (o sustancialmente todas) las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 se habrán movido fuera de la muestra 30 en ambas corrientes de muestra 30a, 30b y hacia el fluido amortiguador 31 por el campo magnético.

Debido a la disposición de la muestra 30 y el fluido amortiguador 31 dentro del canal principal 5, y puesto que la profundidad 'g' de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b corresponden a la profundidad 'd' de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, el fluido de muestra 30 que ahora carece de cualquier partícula ferromagnética (o superparamagnética), paramagnética y/o diamagnética, fluirá hacia los canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos en la segunda unión 9. Más específicamente, la primera corriente 30a del fluido de muestra 30 se recibe en el canal auxiliar de salida 8a y la segunda corriente 30b del fluido de muestra 30 se recibe en el otro

canal auxiliar de salida 8a. Desde los canales auxiliares de salida 8a, 8b, la muestra fluirá, a través del cuarto conducto 14, hacia el depósito de drenaje de muestra 108 donde se recoge.

5 Sin embargo, en la segunda unión 9, el fluido amortiguador contendrá todas las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas que se han retirado de la muestra 30. Debido a la disposición de la muestra 30 y el fluido amortiguador 31 dentro del canal principal 5, y puesto que la profundidad 'g' de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b es menor que la profundidad del canal principal 5, el fluido amortiguador que contiene las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas permanecerá en el canal principal 5 (no fluirá hacia ninguno de los canales auxiliares de salida 8a, 8b) y fluirá, a través del tercer conducto 13, hacia el depósito de drenaje de amortiguador 107.

15 En el ejemplo anterior, en el canal principal 5, la velocidad de flujo de la muestra 30 que fluye a lo largo del canal principal 5 es igual a la velocidad de flujo del fluido amortiguador 31 que fluye a lo largo del canal principal 5; la razón entre la velocidad de flujo de la muestra 30 en los canales auxiliares de entrada 6a, 6b y la muestra de amortiguador 31 en el canal principal 5 en la primera unión 7 es de 0,1-10 y es preferentemente de 0,5-2; y la razón entre las velocidades de flujo de la muestra en los canales auxiliares de salida 8a, 8b y el amortiguador en el canal principal en la segunda unión es de 0,1-10 y es preferentemente de 0,5-2.

20 Las figuras 4a y 4b proporcionan vistas en perspectiva de un componente 40 de superficie de contacto según un aspecto adicional de la presente invención. La figura 4a proporciona una vista en perspectiva de la parte superior del componente 40 de superficie de contacto y la figura 4b proporciona una vista en perspectiva de la parte inferior del componente 40 de superficie de contacto. El componente 40 de superficie de contacto es adecuado para actuar junto con el dispositivo 1 microfluídico representado en las figuras 1a y b. Cuando el componente 40 de superficie de contacto se coloca en actuación conjunta con el dispositivo 1 microfluídico, se forma un conjunto según un aspecto adicional de la presente invención.

25 Haciendo referencia a las figuras 4a y 4b, el componente 40 de superficie de contacto comprende además una pluralidad de conjuntos magnéticos 44. En este ejemplo, el componente 40 de superficie de contacto comprende cuatro conjuntos magnéticos 44, sin embargo, debe apreciarse que el componente 40 de superficie de contacto puede comprender cualquier número de conjuntos magnéticos 44.

30 El componente 40 de superficie de contacto comprende además una pluralidad de elementos 41, cada uno de los cuales puede conectarse selectivamente a un sistema neumático que puede proporcionar un fluido (tal como aire presurizado) a los elementos 41. En este ejemplo, el componente 40 de superficie de contacto comprende dieciséis elementos 41, sin embargo, se entenderá que el componente 40 de superficie de contacto puede comprender cualquier número de elementos 41; preferentemente, el componente 40 de superficie de contacto comprende por lo menos cuatro elementos 41.

35 Cada elemento 41 comprende un orificio de entrada 42 que puede conectarse de manera fluida selectivamente a un sistema neumático; un limitador 43 de flujo, que se conecta de manera fluida al orificio de entrada 42, en el que el limitador 43 de flujo está configurado para limitar el flujo de fluido a través del elemento 41; y un filtro 49 de aerosol que está dispuesto para estar en comunicación fluidica con el limitador 43 de flujo ajustable. En este ejemplo, el filtro 49 de aerosol está definido por una capa 49 de material hidrófobo; la capa 49 comprende poros que presentan un tamaño de 0,22  $\mu\text{m}$  (o por lo menos en el intervalo de 0,1-0,3  $\mu\text{m}$ ).

40 El componente 40 de superficie de contacto comprende además una plataforma 46 que soporta cada uno de los conjuntos magnéticos 44 y los elementos 41. En este ejemplo, la plataforma 46 es modular compuesta por dos juntas herméticas planas 46a, 46b y el elemento principal 46c; cada una de las dos juntas herméticas planas 46a, 46b se reciben en un recorte 146 respectivo que se define en el elemento principal 46c.

45 El componente 40 de superficie de contacto comprende además una pluralidad de salidas 45a-p, cada una de las salidas 45a-p está en comunicación fluidica con un elemento 41 respectivo, de modo que puede fluir fluido desde el elemento 41, fuera del componente de superficie de contacto, a través de las salidas 45a-p. En el ejemplo ilustrado en las figuras 4a y 4b, las salidas 45a-p están definidas por aberturas 45a-p que se definen en la plataforma 46. Una capa 49 de material hidrófobo que define el filtro 49 de aerosol de un elemento 41 respectivo, se superpone a unas aberturas 45a-p respectivas que definen una salida 45a-p.

50 El número de salidas 45a-p debe corresponder preferentemente al número de elementos 41; por lo tanto, en este ejemplo, el componente 40 de superficie de contacto comprende dieciséis salidas 41. Sin embargo, debe apreciarse que el componente 40 de superficie de contacto puede estar provisto de cualquier número de salidas 45a-p; preferentemente el componente 40 de superficie de contacto comprende por lo menos cuatro salidas 45a-p. Cada una de las salidas 45a-p puede disponerse selectivamente para estar en comunicación fluidica con un depósito de fuente de muestra 105, depósito de fuente de amortiguador 106, depósito de drenaje de amortiguador 107 o depósito de drenaje de muestra 108 respectivo, del dispositivo 1 microfluídico.

55 La figura 5a proporciona una vista en perspectiva, en sección transversal parcial, de un limitador 43 de flujo de un

elemento 41. La figura 5b proporciona una vista en despiece ordenado del limitador 43 de flujo. Debe apreciarse que cada uno de los limitadores 43 de flujo en el componente 40 de superficie de contacto presentará una configuración similar al limitador 43 de flujo ilustrado en las figuras 5a y b.

5 Haciendo referencia a las figuras 5a y 5b, el limitador 43 de flujo comprende un elemento de entrada 707 que presenta un canal de entrada 708 definido en el mismo; y un elemento de salida 716 que presenta un canal de salida 717 definido en el mismo. El canal de entrada 708 y el canal de salida 717 se conectan de manera fluida. Cada uno de los canales de entrada y salida 708, 717 presenta una sección transversal circular. Los canales de entrada y salida 708, 717 presentan, cada uno, un diámetro en el intervalo de 0,2 mm-1,5 mm.

10 Un elemento capilar 701, que comprende un canal intermedio 715, se interpone entre el canal de entrada 708 y el canal de salida 717. El canal intermedio 715 presenta dimensiones más pequeñas que las dimensiones de los canales de entrada y salida 708, 717; específicamente el diámetro del canal intermedio 715 es menor que los diámetros de cada uno de los canales de entrada y salida 708, 717. Preferentemente, el canal intermedio presenta una sección transversal circular que presenta un diámetro que es de entre 1-100  $\mu\text{m}$ . En este ejemplo, el elemento capilar 701 se compone de vidrio; sin embargo, se entenderá que el elemento capilar 701 puede estar compuesto de cualquier material adecuado, por ejemplo polímero.

15 El limitador 43 de flujo comprende un elemento macho 703 y un elemento hembra 704. El elemento macho 703 comprende el elemento de entrada 707, y el elemento hembra 704 comprende el elemento de salida 716.

20 El elemento macho 703 y el elemento hembra 704 están configurados de modo que puedan actuar conjuntamente de manera mecánica entre sí para que los elementos macho y hembra puedan fijarse conjuntamente. En este ejemplo, el elemento macho 703 presenta una rosca externa 721, y el hembra presenta una rosca interna 722 correspondiente, que permite que los elementos 703, 704 se fijen conjuntamente. El elemento macho 703 comprende además nervaduras 711 definidas en una superficie exterior del mismo, y el elemento hembra 704 comprende además nervaduras 718 en una superficie exterior del mismo; las nervaduras 711, 718 facilitan el agarre de los elementos 703, 704 a medida que se hacen rotar los elementos 703, 704 uno con respecto al otro para que sus roscas 721, 722 respectivas puedan engancharse entre sí.

25 Cuando el elemento macho 703 y el elemento hembra 704 actúan conjuntamente de manera mecánica, un extremo final 703a del elemento macho 703 hará tope contra el elemento hembra 704 en una superficie de contacto 725.

30 En su extremo final 703a, el elemento macho 703 comprende una ranura anular 726 definida por las superficies perpendiculares 726a, 726b. Una junta tórica 702 hace tope contra ambas superficies 726a, 726b. La junta tórica asimismo hace tope contra la superficie 704a que define la base del elemento hembra 704. El elemento capilar 701 pasa a través de la junta tórica 702; el diámetro de la junta tórica es sustancialmente igual al diámetro del elemento capilar 701, de modo que la junta tórica asimismo hace tope contra una superficie exterior 701b del elemento capilar 701. En la presente forma de realización, la razón del grosor de cuerda de la junta tórica 702 con respecto al diámetro interior 'r' de la junta tórica es de 0,5 (o 0,8 por ejemplo); sin embargo, la razón entre el grosor de cuerda de la junta tórica y el diámetro interior puede ser cualquier valor entre 0,5-1.

35 En una variación de la forma de realización, la ranura anular 726 puede definirse en el elemento hembra y la junta tórica 702 estará dispuesta para hacer tope contra las superficies que definen la ranura anular en el elemento hembra; por ejemplo, la superficie 704a que define la base del elemento hembra 704 puede comprender una ranura anular definida en la misma, y la junta tórica 702 hace tope contra las superficies que definen la ranura anular.

40 El elemento macho 703 presenta una cavidad 719a definida en el mismo; y el elemento hembra 704 presenta una cavidad 719b definida en el mismo. Las cavidades 719a,b pueden recibir, cada una, una porción del elemento capilar 701, de modo que una porción de longitud del elemento capilar 701 está contenida dentro de la cavidad 719a del elemento macho 703, y otra porción de longitud del elemento capilar 701 está contenida dentro de la cavidad 719b del elemento hembra 704.

45 La profundidad de la cavidad 719a en el elemento macho 703 es tal que cuando el elemento capilar 701 se sitúa en la cavidad 719a, de tal manera que el elemento capilar 701 hace tope contra la base 719c de la cavidad 19a, por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar 701 se extiende fuera de la cavidad 19a del elemento macho 703. En el ejemplo ilustrado en la figura 5, el elemento capilar 701 presenta una longitud 'L' de 2 mm; sin embargo, se entenderá que el elemento capilar 701 puede presentar cualquier longitud mayor de, o igual a, 0,5 mm. Puesto que por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar 701 debe extenderse fuera de la cavidad 19a del elemento macho 703, la cavidad 719a definida en el elemento macho 703 presenta una profundidad de 1,5 mm. Sin embargo, se entenderá que la cavidad 719a definida en el elemento macho 703 puede presentar una profundidad de entre 1 mm-20 mm. La profundidad de la cavidad 719b definida en el elemento hembra 704 debe ser tan grande como sea posible para permitir que el alojamiento de los elementos capilares 701 presente diferentes longitudes; preferentemente la profundidad de la cavidad 719b definida en el elemento hembra 704 es de entre 1-20 mm; en el ejemplo ilustrado en la figura 5, la profundidad de la cavidad 719b definida en el elemento hembra 704 es de 5 mm.

En un aspecto adicional de la presente invención, un conjunto que comprende un componente 40 de superficie de contacto y una pluralidad de elementos capilares 701, cada uno de los cuales comprende un canal intermedio 715, pero la longitud 'L' de los elementos capilares 701 difiere entre cada uno de la pluralidad de elementos capilares 701 de modo que cada uno presente canales intermedios 715 de diferentes longitudes. En una forma de realización preferida, los diámetros de los canales intermedios 715 de la pluralidad de elementos capilares 701 son iguales. La pluralidad de elementos capilares 701 de diferente longitud 'L' puede utilizarse para lograr diferentes niveles de limitación al flujo a través de un elemento 41 del componente 40 de superficie de contacto. Un usuario puede seleccionar de la pluralidad de elementos capilares 701, un elemento capilar 701 que presenta una longitud 'L' que proporcionará la resistencia al flujo adecuada; por ejemplo, para aumentar la limitación al flujo a través de un elemento 41, el usuario puede reemplazar el elemento capilar 701 en dicho elemento 41 por un elemento capilar 701 que presenta una mayor longitud 'L'; asimismo, para disminuir la limitación al flujo a través de un elemento 41, el usuario puede reemplazar el elemento capilar 701 en dicho elemento 41 por un elemento capilar más corto 701. De manera importante, la profundidad de la cavidad 719a proporcionada en el elemento macho 703 más la profundidad de la cavidad 719b que se proporciona en el elemento hembra 704 debe ser igual a, o mayor que, la longitud del elemento capilar más largo 701 en la pluralidad de elementos capilares 701.

Las figuras 6a y 6b proporcionan, cada una, una vista en sección transversal de un conjunto magnético 44. La figura 6c proporciona una vista en perspectiva del conjunto magnético 44. Se entenderá que cada uno de los conjuntos magnéticos 44 del componente 40 de superficie de contacto presentará una configuración similar al conjunto magnético 44 ilustrado en las figuras 6a-c.

Haciendo referencia a las figuras 6a-c, se muestra que el conjunto magnético 44 comprende un émbolo 60. El émbolo 60 comprende una carcasa 633 que presenta una porción 608 roscada que se recibe en un orificio 65 pasante definido en la plataforma 46 de modo que se fije el conjunto magnético 44 a la plataforma 46 del componente 40 de superficie de contacto. La superficie del orificio 65 pasante asimismo está roscada y las roscas proporcionadas en la porción 608 roscada actúan junto con las roscas proporcionadas en la superficie del orificio 65 pasante.

Un extremo del émbolo 60 se conecta a unos medios para generar un campo magnético 513. En este ejemplo, los medios para generar un campo magnético 513 son un imán permanente 513. Se entenderá que puede proporcionarse cualquier medio adecuado para generar un campo magnético.

El émbolo 60 comprende un vástago 61 que presenta un elemento de tapa 606 en un primer extremo 61a del mismo, y un elemento de soporte 512 (sólo se muestra un pasador en las figuras 6a, 6b) en un segundo extremo opuesto 61b del mismo. En este ejemplo, el vástago 61 se rosca en el segundo extremo 61b y el segundo extremo 61b se recibe en un orificio roscado correspondiente que se define en el elemento de soporte 512. La porción 608 roscada del alojamiento 633 es de forma tubular y el vástago 61 se extiende a través del volumen definido dentro de la porción 608 roscada de forma tubular. El imán permanente 513 está soportado de manera mecánica sobre el elemento de soporte 512. El elemento de soporte 512 comprende además dos pasadores 514 guía paralelos. Los dos pasadores 514 guía paralelos se extienden a través de orificios pasantes guía respectivos definidos en la plataforma 46. Los dos pasadores 514 paralelos ayudan a impedir que el imán permanente 513 rote alrededor del eje longitudinal del vástago 61.

El émbolo 60 comprende además un electroimán 603 que está alojado dentro de una carcasa 603. El émbolo 60 comprende unos medios de desviación en forma de un resorte 605 que desvía el vástago 61 hacia una primera posición; el resorte 605 se interpone entre el elemento de tapa 606 en el vástago 61 y la carcasa 603. El electroimán 603 actúa junto con el vástago 61 de tal manera que al accionar el electroimán 603 se fuerza al vástago 61 a moverse, en contra de la fuerza de desviación del resorte 605, hacia una segunda posición. La figura 6a muestra el vástago 61 que se ha movido por la fuerza de desviación del resorte 605, hasta su primera posición. La figura 6b muestra el vástago 61 que se ha movido por el electroimán 603, en contra de la fuerza de desviación del resorte 605, hasta su segunda posición. Cuando el vástago 61 se mueve hacia su primera posición, el imán permanente 513 se mueve en un sentido que es hacia la plataforma 46; cuando el vástago 61 se mueve hacia su segunda posición, el imán permanente 513 se mueve en un sentido que es alejándose de la plataforma 46.

Las figuras 6a y 6b asimismo ilustran una sección transversal de un dispositivo 1 microfluídico; que muestra una sección transversal de la ranura 15 y una sección transversal del canal principal 5. Tal como se muestra en la figura 6a, el electroimán 603 se desactiva de modo que el vástago 61 se mueve hacia su primera posición y el imán permanente 513 se mueve en un sentido que es hacia la plataforma 46. Cuando el vástago 61 está en su primera posición, el componente 40 de superficie de contacto se sitúa de modo que el imán permanente 513 del conjunto magnético 44 esté alineado sobre la ranura 15 que se define en la segunda superficie 4b del dispositivo 1 microfluídico. El electroimán 603 se acciona de modo que mueve el vástago 61 en contra de la fuerza de desviación del resorte 605, hasta su segunda posición y el imán permanente 513 se mueve en un sentido alejándose de la plataforma 46. Cuando el vástago 61 está en su segunda posición, el imán permanente 513 se recibe en la ranura 15 del dispositivo 1 microfluídico. Una vez recibido en la ranura 15, el imán permanente 513 puede proporcionar una imantación en la región del canal principal 5, que moverá partículas ferromagnéticas, paramagnéticas



(incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas desde una muestra hacia un fluido amortiguador que fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

El imán permanente 513 presenta una forma que corresponde a la forma de la ranura 15 en el dispositivo 1 microfluídico. Específicamente, el imán permanente 513 presenta una forma de la sección transversal que corresponde a la forma de la sección transversal de la ranura 15 en el dispositivo 1 microfluídico. En el ejemplo mostrado en las figuras 6a y 6b, la ranura 15 presenta forma de V, por lo tanto, el imán permanente 513 presenta una sección transversal de forma triangular que presenta una dimensión que permite recibir por lo menos el pico del imán permanente de sección transversal de forma triangular 513 dentro de la ranura 15. El imán permanente 513 asimismo se extiende por toda la longitud de la ranura 15; y el perfil de la sección transversal en forma de V es constante a lo largo de toda la longitud del imán permanente 513.

Debe apreciarse que el imán permanente 513 puede presentar cualquier forma adecuada. Preferentemente, la forma del imán permanente 513 corresponderá a la forma de la ranura 15 definida en el dispositivo 1 microfluídico que se utilizará con el componente de superficie de contacto, de modo que el imán permanente 513 pueda encajar perfectamente en la ranura 15 del dispositivo 1 microfluídico. En el ejemplo mencionado anteriormente, el imán permanente 513 presentaba una sección transversal triangular, haciendo por tanto que fuese ideal para su utilización con dispositivos microfluídicos que presentan una ranura 15 que presenta una sección transversal en forma de V. Se entenderá que el imán permanente 513 puede estar configurado para presentar una sección transversal que presente una punta curva (en lugar de la punta puntiaguda en el caso de una sección transversal triangular); los componentes de superficie de contacto con imán permanente 513 que presentan una punta curva son ideales para su utilización con dispositivos 1 microfluídicos que presentan ranuras 15 que presentan una sección transversal curva; preferentemente el radio de curvatura de la punta curva del imán permanente 513 es igual al radio de curvatura de la ranura curva 15 en el dispositivo 1 microfluídico. En una forma de realización a título de ejemplo, el imán permanente 513 puede presentar una punta curva que presenta un radio de curvatura de entre 0,05 mm-0,5 mm; y todavía más preferentemente presenta un radio de curvatura de entre 0,2 mm. En otra forma de realización, el imán permanente 513 puede estar configurado para presentar una sección transversal que presenta una punta plana; los componentes de superficie de contacto con imán permanente 513 que presentan punta plana son adecuados de manera ideal para su utilización con dispositivos 1 microfluídicos que presentan ranuras 15 con una base plana.

La figura 7 proporciona una vista en perspectiva de un conjunto 70 según un aspecto adicional de la presente invención. El conjunto 70 comprende un dispositivo 1 microfluídico mostrado en las figuras 1a y b, y el componente 40 de superficie de contacto mostrado en las figuras 4a y 4b. De manera importante, el conjunto 70 es modular y presenta un dispositivo 1 microfluídico que es independiente de manera mecánica del componente 40 de superficie de contacto (que comprende los imanes permanentes 513); ventajosamente, el componente 40 de superficie de contacto puede disponerse selectivamente para actuar conjuntamente de manera mecánica con el dispositivo 1 microfluídico; sin embargo, los imanes permanentes 513 no son solidarios con el dispositivo 1 microfluídico, disminuyendo así los costes de fabricación del dispositivo 1 microfluídico.

En el conjunto 7 representado en la figura 7, el componente 40 de superficie de contacto está dispuesto para actuar conjuntamente de manera mecánica con el dispositivo 1 microfluídico de modo que cada una de las salidas 45a-p del componente 40 de superficie de contacto esté en comunicación fluidica con un depósito de fuente de muestra 105, depósito de fuente de amortiguador 106, depósito de drenaje de amortiguador 107 o depósito de drenaje de muestra 108 respectivo, del dispositivo 1 microfluídico. En este ejemplo que se muestra en la figura 7, las salidas 45a-d cubrirán un depósito de fuente de muestra 105 respectivo del dispositivo 1 microfluídico, de modo que las salidas 45a-d estén en comunicación fluidica con un depósito de fuente de muestra 105 respectivo; las salidas 45e-h cubrirán un depósito de fuente de amortiguador 106 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45e-h estén en comunicación fluidica con un depósito de fuente de amortiguador 106 respectivo; las salidas 45i-L cubrirán un depósito de drenaje de amortiguador 107 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45i-L estén en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de amortiguador 107 respectivo; las salidas 45m-p cubrirán un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45i-L estén en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo. Las dimensiones de la sección transversal de cada una de las salidas 45a-p corresponden a las dimensiones de la sección transversal de los depósitos de fuente de amortiguador 106, depósitos de fuente de muestra 105, depósitos de drenaje de amortiguador 107 y depósitos de drenaje de muestra 108 respectivos, de modo que se forma un sello impermeable entre el depósito y la salida 45a-p respectivos cuando está en actuación mecánica conjunta. Asimismo se observa que las posiciones relativas de las salidas 45a-p corresponden a las posiciones relativas de los depósitos.

El componente 40 de superficie de contacto comprende una fila de cuatro conjuntos magnéticos 44, cada uno idéntico al conjunto magnético ilustrado en las figuras 6a, 6b. Los elementos 41a-h que están ubicados en un primer lado 55a de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44 se conectan todos de manera fluida a un sistema neumático 71a que proporciona un flujo de aire positivo (indicado por la flecha 50). El flujo de aire positivo que se proporciona a los elementos 41a-d pasa a través de los elementos 41a-d respectivos y hacia los depósitos de fuente de muestra 105 respectivos a través de las salidas 45a-d respectivas. El flujo de aire positivo empuja la

muestra que está en los depósitos de fuente de muestra 105 respectivos para que fluya, a través de los segundos conductos 12 respectivos, hacia pares respectivos de canales auxiliares de entrada 6a, 6b; a lo largo de los pares respectivos de canales auxiliares de entrada 6a, 6b; y posteriormente empuja la muestra para que fluya hacia los canales principales 5 respectivos del dispositivo 1 microfluídico.

5

Los elementos 41e-h que asimismo están ubicados en el primer lado 55a de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44 asimismo se conectan de manera fluida a un sistema neumático 71a que proporciona un flujo de aire positivo (indicado por la flecha 50). El flujo de aire positivo que se proporciona a los elementos e-h pasa a través de los elementos 41e-h respectivos y hacia los depósitos de fuente de amortiguador 106 respectivos a través de las salidas 45e-h respectivas; el flujo de aire positivo empuja el fluido amortiguador que está en los depósitos de fuente de amortiguador 106 respectivos para que fluya, a través de los primeros conductos 11 respectivos, hacia canales principales 5 respectivos del dispositivo 1 microfluídico.

10

Los elementos 41i-l que están ubicados en un segundo lado opuesto 55b de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44 se conectan todos de manera fluida a un sistema neumático 71b que proporciona flujo de aire negativo (indicado por la flecha 51). El flujo de aire negativo que se proporciona a los elementos 41i-l pasa a través de los elementos 41i-l y respectivos hacia los depósitos de fuente de muestra 105 respectivos a través de las salidas 45i-l respectivas; el flujo de aire positivo aspira el fluido amortiguador, que contiene partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas que se retiraron de la muestra, desde el canal principal 5 hacia depósitos de drenaje de amortiguador 107 respectivos, a través del tercer conducto 13.

15

20

Los elementos 41m-p que asimismo están ubicados en el segundo lado opuesto 55b de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44, asimismo se conectan todos de manera fluida a un sistema neumático 71b que proporciona flujo de aire negativo (indicado por la flecha 51). El flujo de aire negativo que se proporciona a los elementos 41m-p pasa a través de los elementos 41m-p respectivos y hacia los depósitos de drenaje de muestra 108 respectivos a través de las salidas 45m-p respectivas; el flujo de aire positivo aspira el fluido de muestra, que carece de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas, desde el canal principal 5 hacia pares respectivos de canales auxiliares de salida 8a, 8b; a lo largo de los pares respectivos de canales auxiliares de salida 8a, 8b; y posteriormente hacia depósitos de drenaje de muestra 108 respectivos, a través del cuarto conducto 14.

25

30

El conjunto 70 puede utilizarse para realizar un procedimiento según una forma de realización adicional de la presente invención. Se proporciona el conjunto 70. Se proporciona una muestra que contiene partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas en por lo menos uno de los depósitos de fuente de muestra 105; en este ejemplo, la muestra se proporciona en todos los depósitos de fuente de muestra 105 en el dispositivo microfluídico (en este ejemplo, el dispositivo 1 microfluídico comprende cuatro depósitos de fuente de muestra 105). Se proporciona un fluido amortiguador en por lo menos uno de los depósitos de fuente de amortiguador 106; en este ejemplo, la muestra se proporciona en todos los depósitos de fuente de amortiguador 106 en el dispositivo microfluídico (en este ejemplo, el dispositivo 1 microfluídico comprende cuatro depósitos de fuente de amortiguador 106). En este ejemplo, asimismo está previsto un número correspondiente de depósitos de drenaje de amortiguador 107 y depósitos de drenaje de fuente 108, es decir, cuatro depósitos de drenaje de amortiguador 107 y cuatro depósitos de drenaje de fuente 108.

35

40

Una vez que se han llenado los depósitos de fuente de muestra 105 y los depósitos de fuente de amortiguador 106 respectivos, el componente 40 de superficie de contacto se dispone entonces para actuar conjuntamente de manera mecánica con el dispositivo 1 microfluídico. Específicamente, el componente 40 de superficie de contacto se dispone de modo que: las salidas 45a-d se superponen a un depósito de fuente de muestra 105 del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45a-d estén en comunicación fluidica con un depósito de fuente de muestra 105 respectivo; las salidas 45e-h se superponen a un depósito de fuente de amortiguador 106 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45e-h estén en comunicación fluidica con un depósito de fuente de amortiguador 106 respectivo; las salidas 45i-l se superponen un depósito de drenaje de amortiguador 107 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45i-l estén en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de amortiguador 107 respectivo; las salidas 45m-p se superponen un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo del dispositivo 1 microfluídico de modo que las salidas 45i-l estén en comunicación fluidica con un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo.

45

50

55

Al disponer el componente 40 de superficie de contacto para que actúe conjuntamente de manera mecánica con el dispositivo 1 microfluídico de la manera mencionada anteriormente, el imán permanente 513 de cada conjunto magnético 44 está alineado sobre una ranura 15 respectiva del dispositivo 1 microfluídico. En esta etapa, los electroimanes 603 de cada el conjunto magnético 44 pueden desactivarse de modo que el vástago 61 ocupe su primera posición, garantizando así que el imán permanente 513 esté en una posición remota del dispositivo 1 microfluídico. Sin embargo, una vez que el componente 40 de superficie de contacto se ha dispuesto para actuar conjuntamente de manera mecánica con el dispositivo 1 microfluídico, entonces se acciona el electroimán 603 de cada conjunto magnético 44; los electroimanes fuerzan a cada vástago 61 a moverse, en contra de la fuerza de desviación del resorte 605, hasta su segunda posición, de modo que el imán permanente 513 de cada conjunto magnético se mueve hacia una ranura 15 respectiva en el dispositivo 1 microfluídico. Una vez recibidos en la ranura

60

65

15, los imanes permanentes 513 están configurados para proporcionar una imantación en la región de un canal principal 5 respectivo; la dirección de imantación es perpendicular al lecho 5d de canal plano del canal principal, y asimismo es perpendicular al flujo de muestra y fluido amortiguador a lo largo del canal principal 5. De manera importante, si el lecho de canal del canal principal es curvo, entonces los imanes permanentes 513 están configurados para proporcionar una imantación en una dirección que es perpendicular a una tangente al ápice de la curva del canal; del mismo modo o si la sección transversal del canal principal presenta forma de V, los imanes permanentes 513 están configurados para proporcionar una imantación en una dirección que es perpendicular a una tangente al ápice del canal. Todavía más preferentemente, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo son el imán permanente 513, presentan una sección transversal decreciente en un sentido hacia el canal principal 5. Preferentemente, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo son el imán permanente 513, estarán configurados para proporcionar una imantación en una dirección que es perpendicular a un eje longitudinal del imán permanente 513. Más preferentemente, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo son el permanente el imán 513, estarán configurados para proporcionar una imantación en una dirección que es perpendicular a un eje longitudinal del imán permanente 513 y que es perpendicular al plano de la paleta 3 del dispositivo microfluidico.

Los sistemas neumáticos 71a, 71b se accionan luego para proporcionar un flujo de aire positivo y un flujo de aire negativo. El sistema neumático 71a proporciona un flujo de aire positivo 50 a los elementos 41a-h que están ubicados en el primer lado 55a de la fila de conjuntos magnéticos 44, y el sistema neumático 71b proporciona un flujo de aire negativo 51 a los elementos 41i-p que están ubicados en un segundo lado opuesto 55b de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44. Cuando se accionan los sistemas neumáticos 71a, 71b hacen que la muestra fluya fuera de los depósitos de fuente de muestra 105 respectivos a través del segundo conducto 12; a lo largo de pares respectivos de canales de entrada auxiliares 6a, 6b; a lo largo de los canales principales 5 respectivos (simultáneamente con el fluido amortiguador) donde se retiran de la muestra partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas; y posteriormente a lo largo de pares respectivos de canales auxiliares de salida 8a, 8b; y desde allí hacia los depósitos de drenaje de muestra 108 respectivos a través de cuartos conductos 14 respectivos. Cuando se accionan los sistemas neumáticos 71a, 71b hacen que el fluido amortiguador fluya fuera de los depósitos de fuente de amortiguador 106 respectivos a través del primer conducto 11; a lo largo del canal principal 5 (simultáneamente con el fluido amortiguador) donde el fluido amortiguador recibirá partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas que se han retirado de la muestra; y posteriormente hacia depósitos de drenaje de amortiguador 107 respectivos a través de terceros conductos 13 respectivos.

La muestra que fluye hacia los canales principales respectivos desde los pares respectivos de canales auxiliares de entrada 6a, 6b formará dos corrientes 30a, 30b de muestra que fluye en cada canal principal 5 respectivo. De manera importante, como la profundidad 'd' de cada uno de los pares de canales auxiliares de entrada 6a, 6b es menor que la profundidad 'f' de los canales principales 5 respectivos, a lo largo del canal principal 5 entre las uniones primera y segunda 7, 9 respectivas, el fluido amortiguador 31 se interpone entre cada uno de las corrientes de muestra 30a, 30b y el lecho 5d de canal del canal principal; asimismo se interpondrá fluido amortiguador entre las dos corrientes de muestra 30a, 30b.

A medida que la muestra y el fluido amortiguador fluyen simultáneamente a lo largo de los canales principales 5 respectivos, la imantación proporcionada en la región de los canales principales 5 por los imanes permanentes 513 respectivos mueve las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas, que están contenidas en la muestra, en una dirección que es perpendicular al flujo de la muestra y el fluido amortiguador en el canal principal y asimismo es perpendicular al lecho 5d de canal del canal principal, fuera de la muestra y hacia un fluido amortiguador. Dicho de otro modo, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas, que están contenidas en la muestra, se mueven hacia el fluido amortiguador que está ubicado entre la muestra y el lecho 5d de canal del canal principal 5.

Las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas asimismo pueden moverse en una dirección que es perpendicular al flujo de la muestra y el fluido amortiguador en el canal principal y es paralela al lecho 5d de canal del canal principal. Dicho de otro modo, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas, que están contenidas en la muestra, asimismo pueden moverse hacia el fluido amortiguador que se interpone entre las dos corrientes de muestra 30a, 30b que fluyen en el canal principal 5.

Varias modificaciones y variaciones a las formas de realización descritas de la invención resultarán evidentes para los expertos en la materia sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Aunque la invención se ha descrito en relación con formas de realización preferidas específicas, debe apreciarse que la invención tal como se reivindica no debe limitarse indebidamente a tal forma de realización específica.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo microfluídico (1) que comprende,
- 5 una paleta, que presenta una primera superficie (4a) y una segunda superficie (4b) opuesta;
- presentando la primera superficie (4a) definidos en la misma, un canal principal (5) y uno o más canales auxiliares de entrada (6a, 6b) cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con el canal principal (5) en una primera unión (7) que está ubicada en un extremo del canal principal (5) y uno o más canales auxiliares de salida (8a, 8b) correspondientes, cada uno de los cuales está en comunicación fluidica con el canal principal (5) en una segunda unión (9) que está ubicada en un segundo extremo, opuesto, del canal principal (5);
- 10 en el que la profundidad ('d') de los uno o más canales auxiliares de entrada (6a, 6b) y la profundidad ('x') de los uno o más canales auxiliares de salida (8a, 8b) es menor que la profundidad ('f') del canal principal (5) de manera que se encuentre un escalón (106a, 106b, 108a, 108b) definido en la primera unión (7) y en la segunda unión (9);
- 15 presentando la segunda superficie (4b) opuesta, definida en la misma una ranura (15) que puede recibir unos medios para generar un campo magnético, en el que la ranura (15) está alineada con, y se extiende en paralelo a, el canal principal (5).
- 20 2. Dispositivo microfluídico según la reivindicación 1, en el que la profundidad de los uno o más canales auxiliares de entrada es igual a la profundidad de los uno o más canales auxiliares de salida.
- 25 3. Dispositivo microfluídico según la reivindicación 1 o 2, en el que están previstos dos canales auxiliares de entrada, que están dispuestos para unirse al canal principal en los lados opuestos del canal principal, en la primera unión; y dos canales auxiliares de salida que están dispuestos para unirse al canal principal en los lados opuestos del canal principal, en la segunda unión.
- 30 4. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están previstos dos canales auxiliares de entrada y están previstos dos canales auxiliares de salida, y en el que las longitudes de los dos canales auxiliares de entrada son iguales y la longitud de los dos canales auxiliares de salida son iguales.
- 35 5. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud del canal principal entre la primera unión y la segunda unión es igual a la mitad de la longitud de un canal auxiliar de entrada.
- 40 6. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una película que recubre la primera superficie para recubrir el canal principal, los uno o más canales auxiliares de entrada y los uno o más canales auxiliares de salida, para confinar el flujo de los fluidos dentro de los canales respectivos.
- 45 7. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la longitud de la ranura es igual a la longitud del canal principal.
8. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la ranura presenta una sección transversal estrechada.
- 50 9. Dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende además,
- un depósito de fuente de amortiguador que está dispuesto en comunicación fluidica con el canal principal y que puede contener un líquido amortiguador con el que va a alimentarse al canal principal;
- un depósito de fuente de muestra que está dispuesto en comunicación fluidica con los uno o más canales auxiliares de entrada, y que puede contener un líquido de muestra con el que va a alimentarse a los uno o más canales auxiliares de entrada;
- 55 un depósito de drenaje de amortiguador que está dispuesto en comunicación fluidica con el canal principal y que puede recibir un líquido amortiguador que ha fluido a lo largo del canal principal;
- un depósito de drenaje de muestra que está dispuesto en comunicación fluidica con los uno o más canales auxiliares de salida y que puede contener un líquido de muestra que ha fluido a lo largo de los uno o más canales auxiliares de salida.
- 60 10. Procedimiento de extracción de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas y/o diamagnéticas de una muestra, comprendiendo el procedimiento las etapas de,
- 65 proporcionar un dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9;

- proporcionar una muestra que comprende unas partículas ferromagnéticas, paramagnéticas y/o diamagnéticas, que fluye a lo largo de los uno o más canales auxiliares de entrada y a lo largo del canal principal;
- 5 proporcionar un amortiguador que fluye a lo largo del canal principal; en el que la muestra y el amortiguador fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal;
- aplicar un campo magnético a la muestra que fluye en el canal principal, en el que el campo magnético mueve dichas partículas desde una muestra al amortiguador;
- 10 recibir la muestra, que se encuentra sustancialmente ausente de dichas partículas, en los uno o más canales auxiliares de salida;
- recoger el amortiguador, que contiene dichas partículas.
- 15 11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la etapa de aplicar un campo magnético a la muestra comprende las etapas de,
- mover unos medios para generar un campo magnético en dicha ranura de la paleta del dispositivo microfluídico.
- 20 12. Procedimiento según la reivindicación 10 u 11, en el que la etapa de aplicar un campo magnético a la muestra comprende las etapas de proporcionar un campo magnético que mueve dichas partículas fuera de una muestra al amortiguador, en una dirección que es perpendicular a un lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es plano, o perpendicular a una tangente a un ápice del lecho de canal del canal principal si el lecho de canal es curvo.
- 25 13. Conjunto que comprende un dispositivo microfluídico según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y unos medios para generar un campo magnético ubicados en la ranura de la paleta.
- 30 14. Conjunto según la reivindicación 13, en el que los medios para generar un campo magnético son un imán permanente que presenta una sección transversal en forma triangular.
15. Conjunto según la reivindicación 13 o 14, en el que los medios para generar un campo magnético presentan una forma correspondiente a la forma de la ranura en la paleta y en el que los medios para generar un campo magnético se extienden sobre una longitud que es por lo menos igual a la longitud del canal principal.
- 35

Fig. 1b

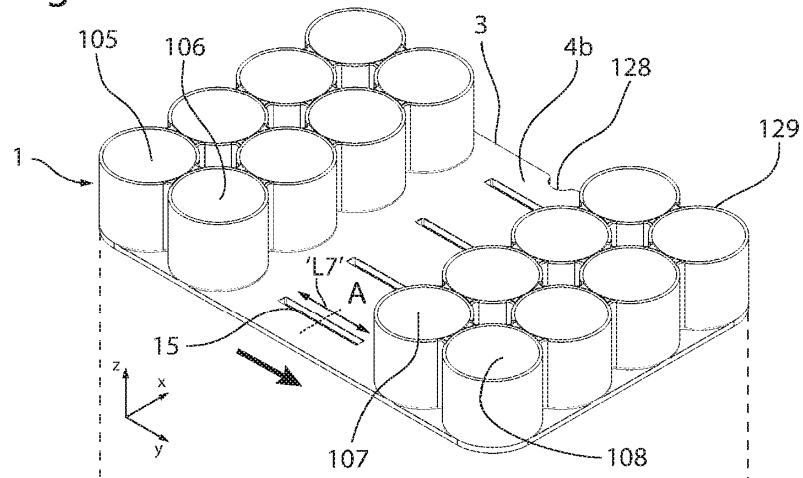


Fig. 1a

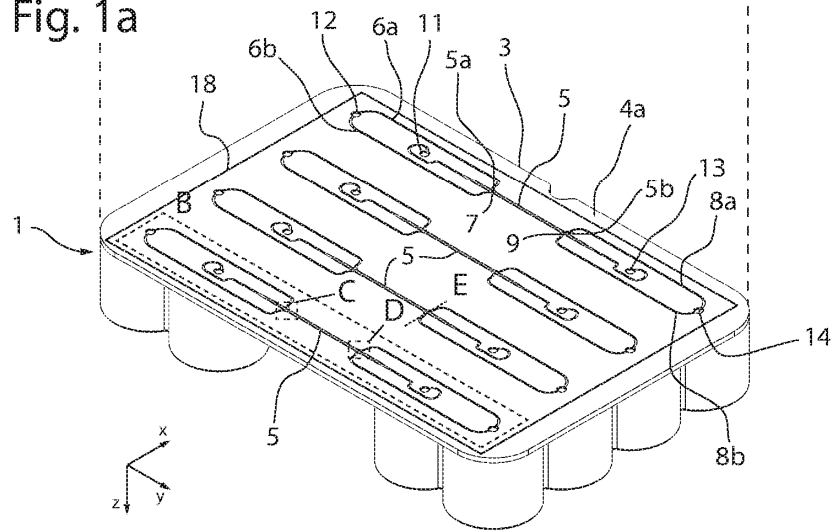


Fig. 1c

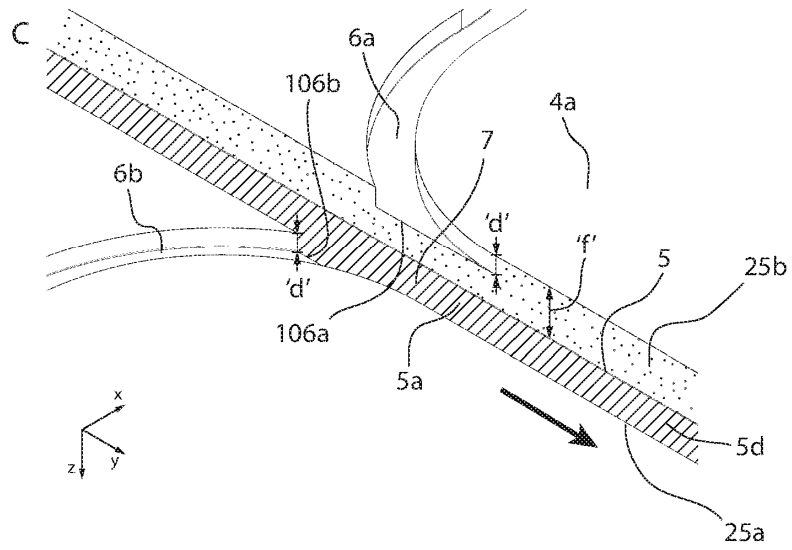


Fig. 1f

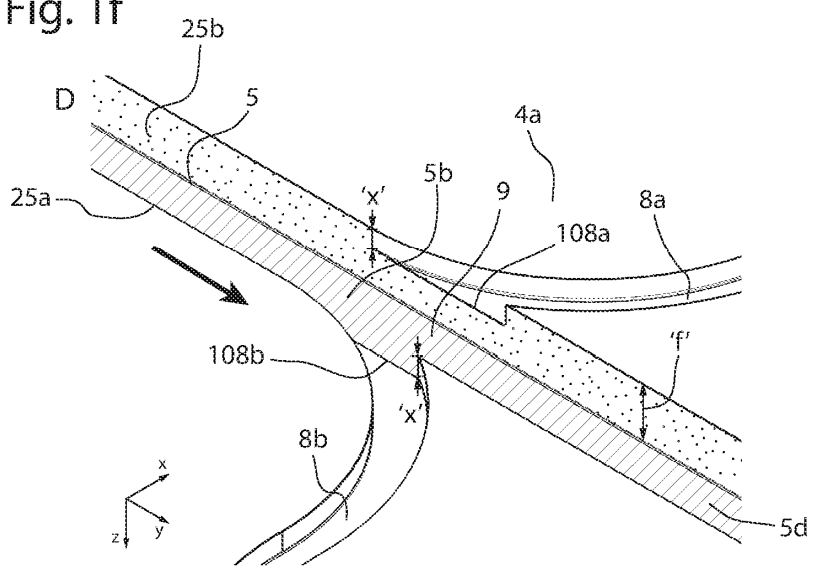


Fig. 1d

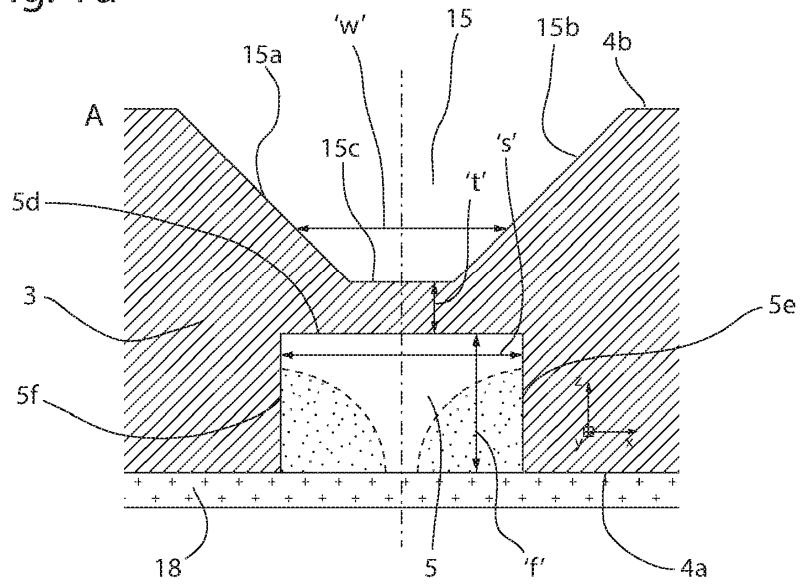




Fig. 1e

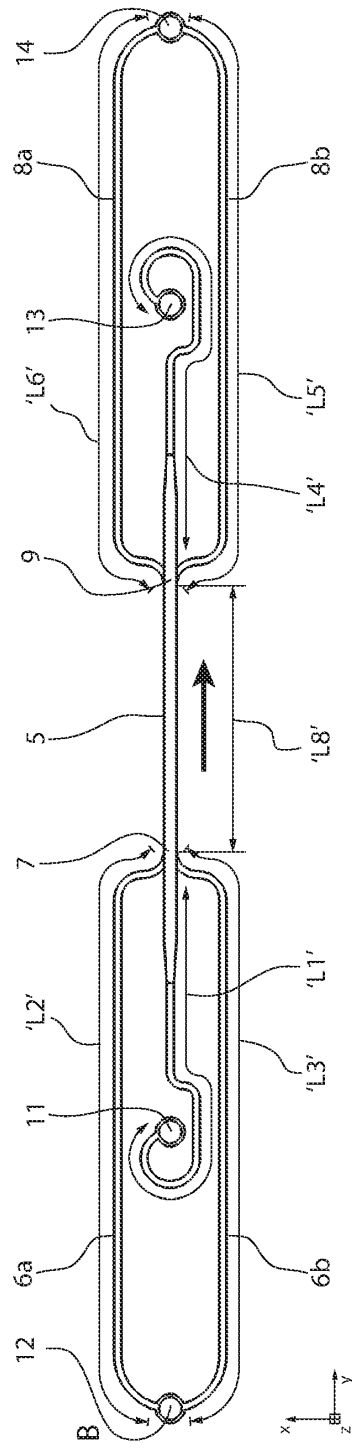


Fig. 2a

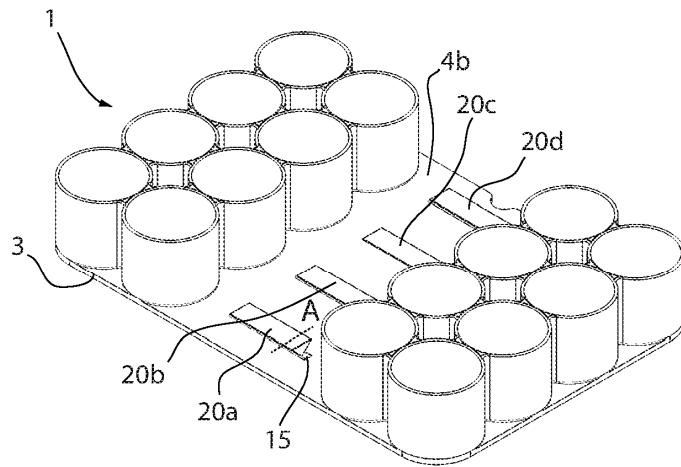


Fig. 2b

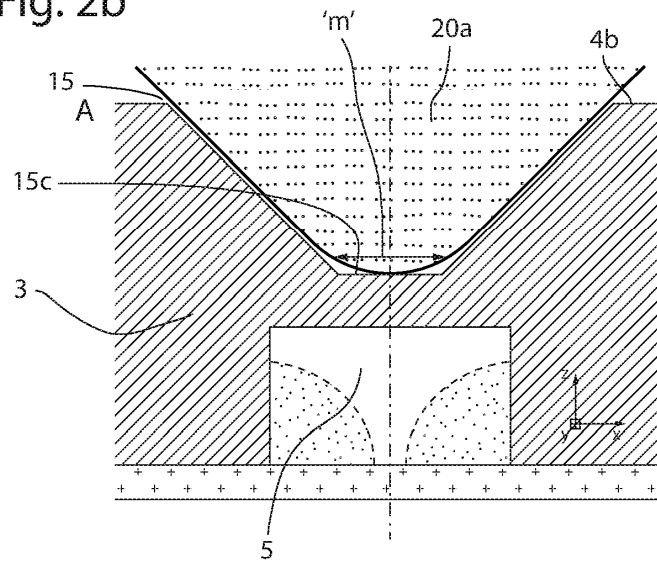


Fig. 3a

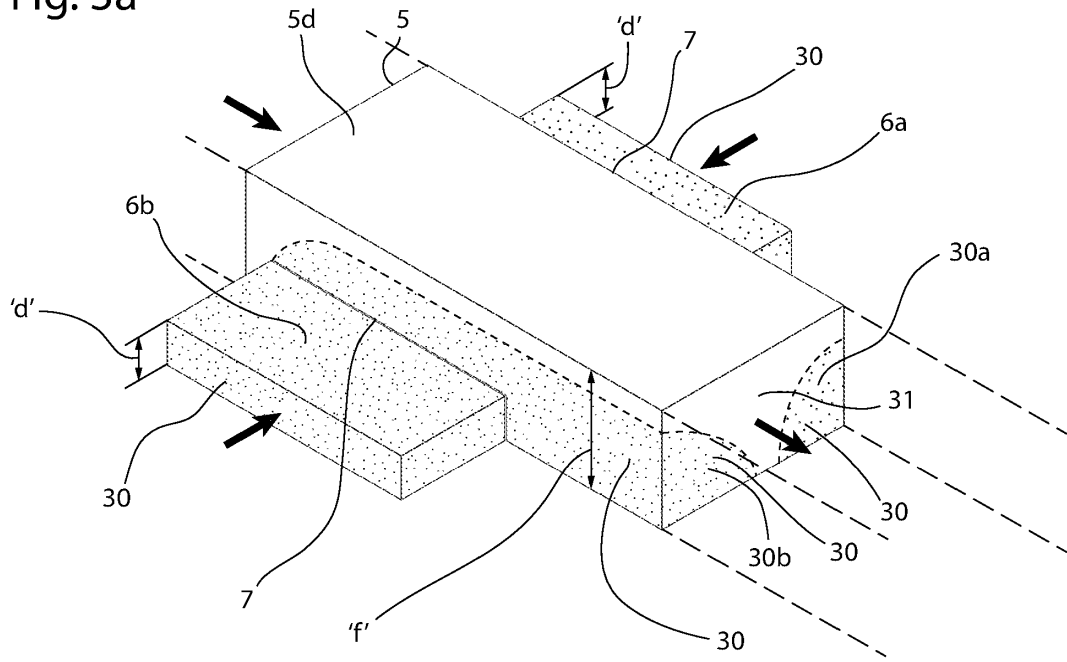


Fig. 3b

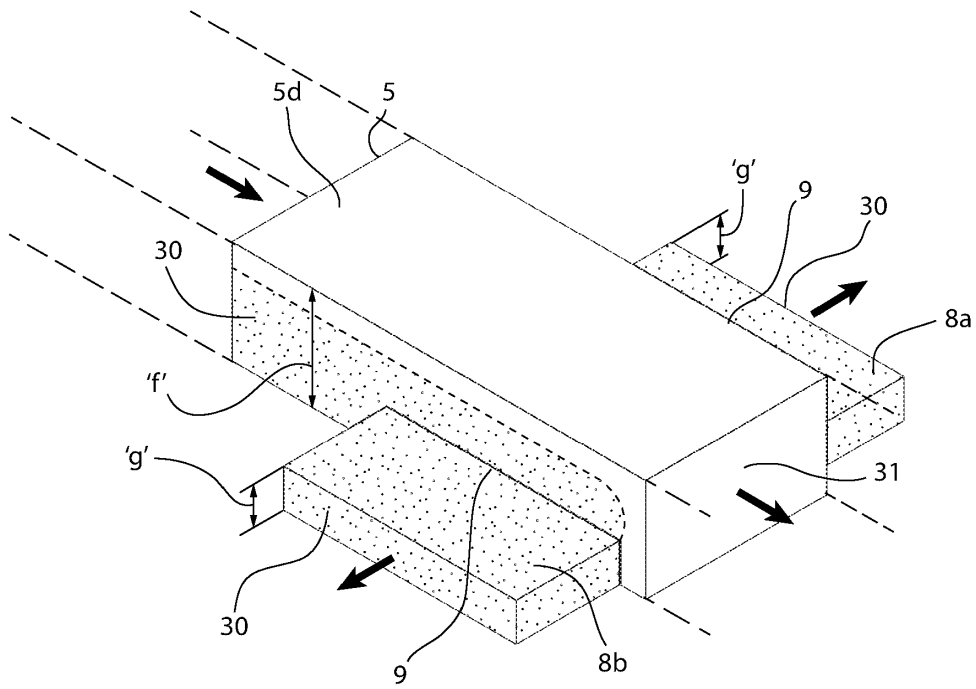


Fig. 4a

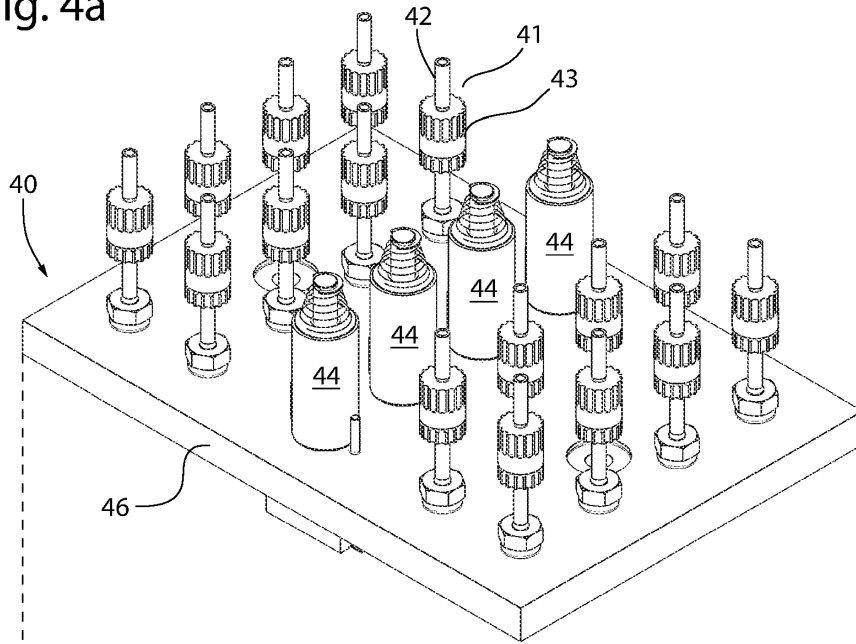


Fig. 4b

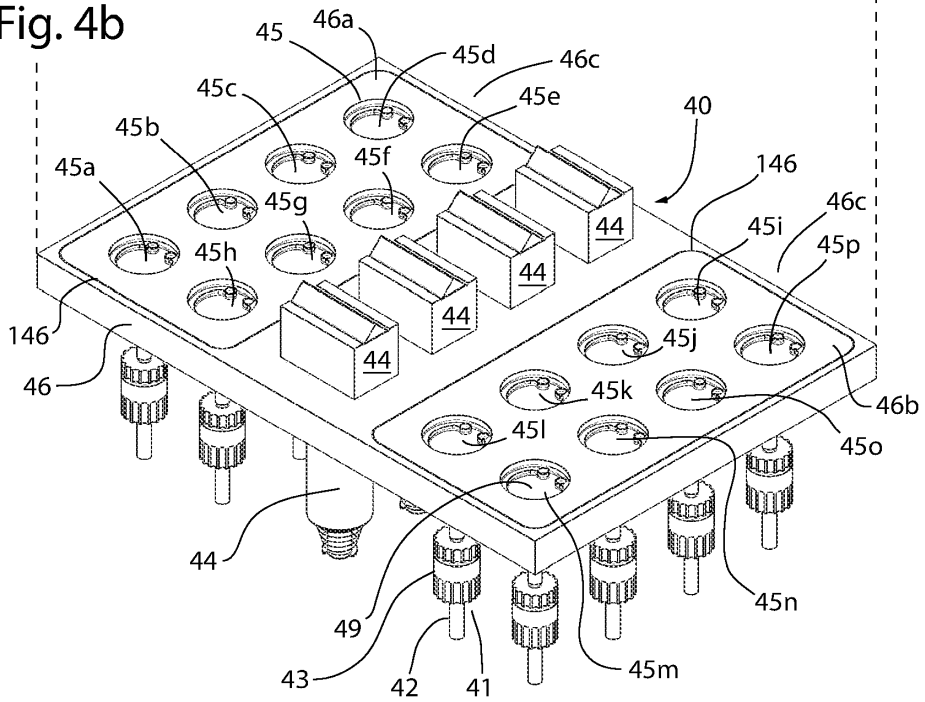


Fig. 5a

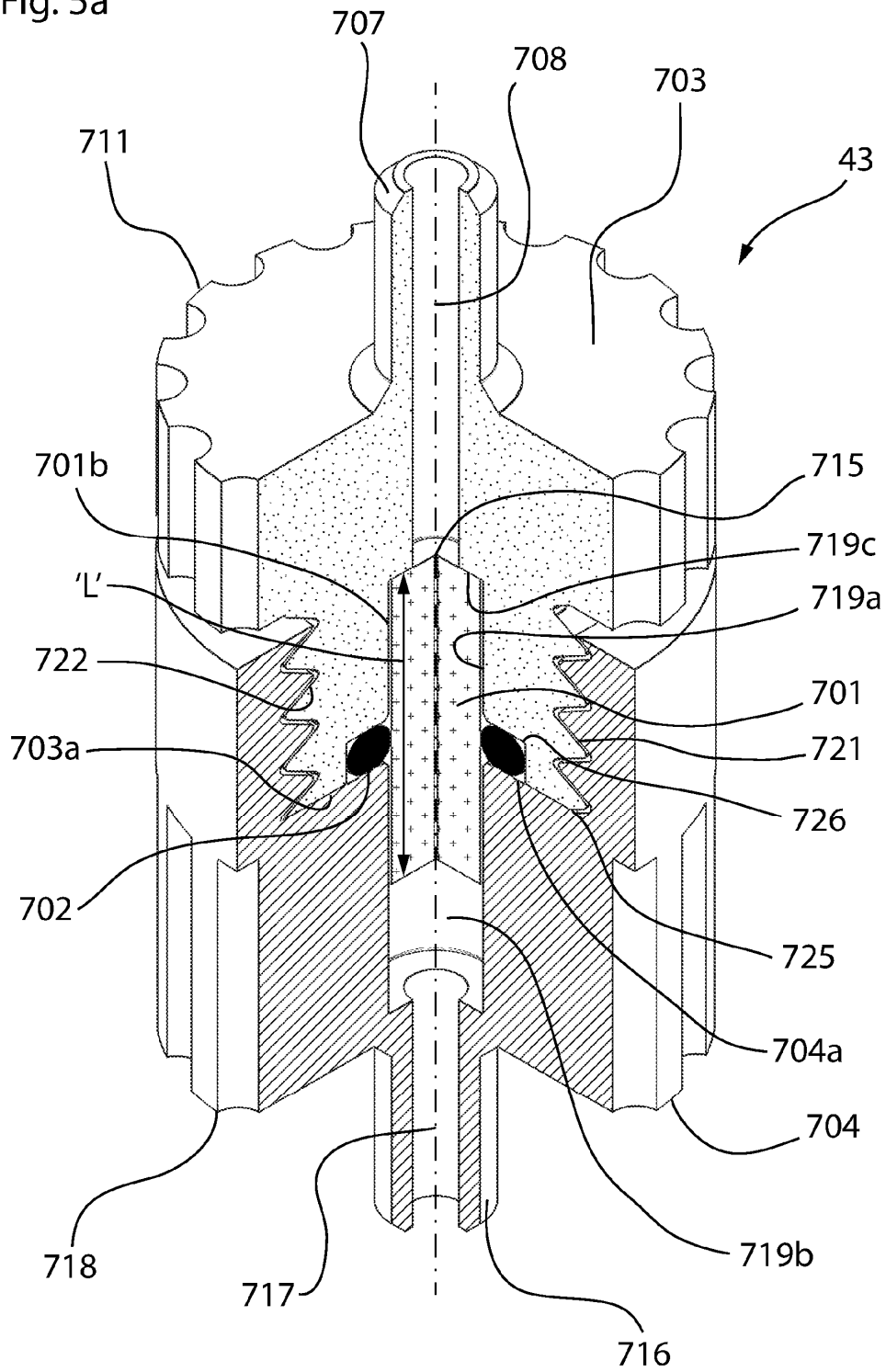


Fig. 5b

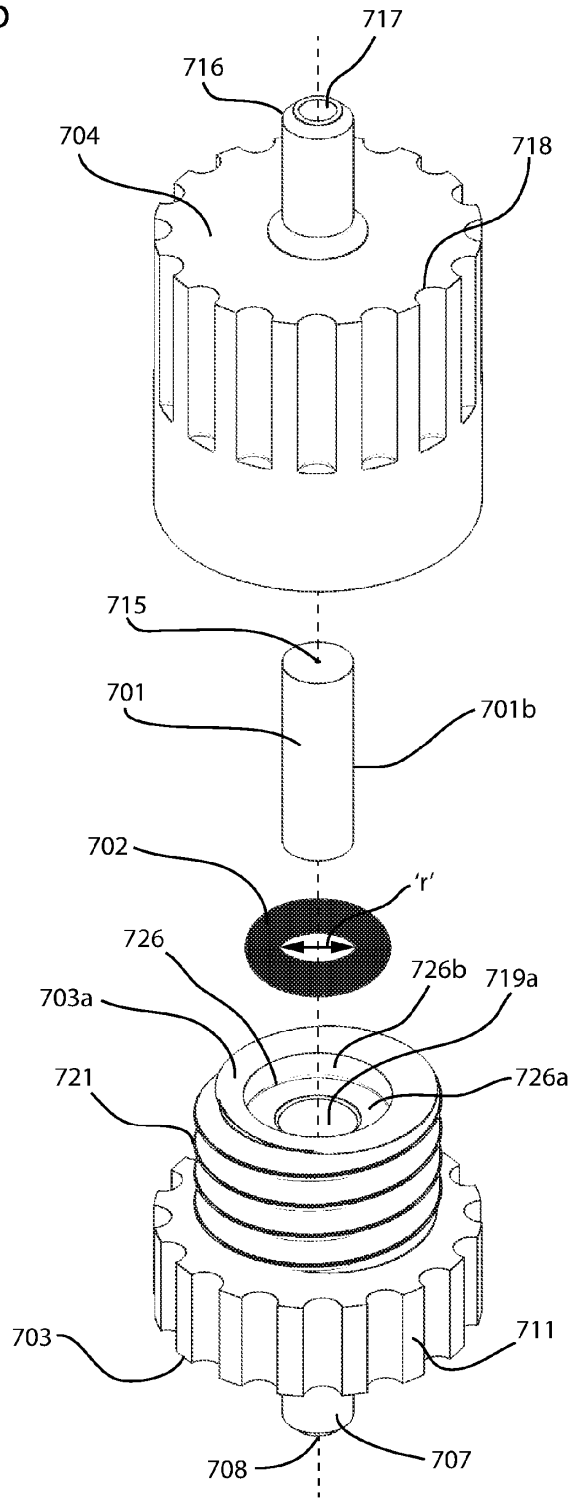


Fig. 6c

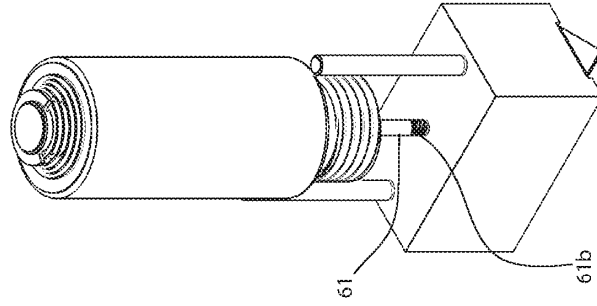


Fig. 6b

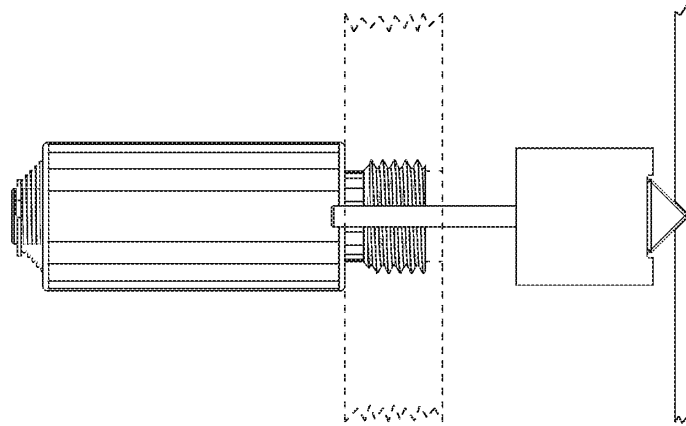


Fig. 6a

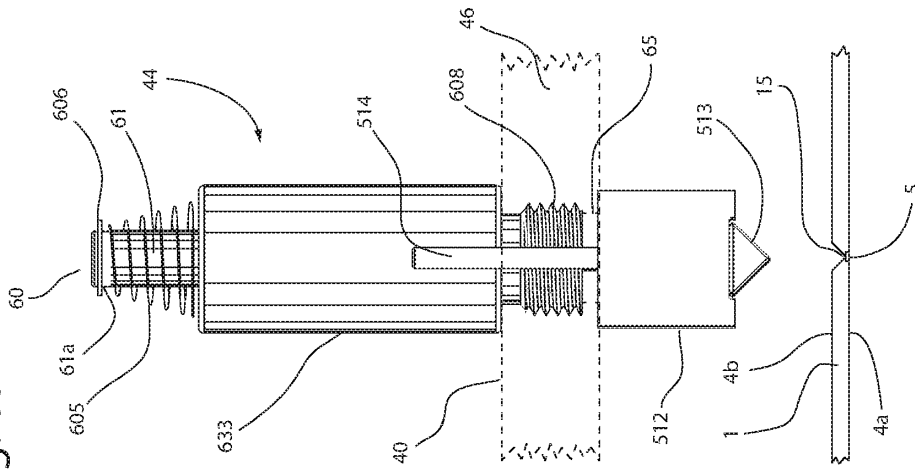


Fig. 7

