(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 773 638**

(51) Int. CI.:

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/IB2015/059220**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **08.06.2017 WO17093781**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2015 E 15805633 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.11.2019 EP 3383535**

(54) Título: **Componente de interfaz para un dispositivo microfluídico**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.07.2020

(73) Titular/es:

RQMICRO AG (100.0%)
Brandstrasse 24
8952 Schlieren, CH

(72) Inventor/es:

SCHAFFHAUSER, DANIEL

(74) Agente/Representante:

CURELL SUÑOL, S.L.P.

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

Componente de interfaz para un dispositivo microfluídico.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un componente de interfaz que resulta apto para cooperar con un dispositivo microfluídico que se puede utilizar para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra. Además, se proporcionan conjuntos y un procedimiento correspondiente no revindicado de extracción de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

Descripción de la técnica relacionada

Las técnicas existentes de extracción de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra implican mover dichas partículas lateralmente, usando un campo magnético, de la muestra a una solución tampón. Especialmente las soluciones de muestra y tampón 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 prevé una sección transversal rectangular), y las partículas se mueven desde la muestra a la solución tampón, en una dirección 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 paralela a una tangente al ápice de la curva del lecho de canal. Sin embargo, las soluciones existentes para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra adolecen de una baja producción.

Además, el campo magnético que se usa para mover las partículas de la muestra a una solución tampón se proporciona mediante estructuras magnetizadas o magnetizables que son parte solidaria del dispositivo microfluídico. Disponer de estructuras magnetizadas o magnetizables solidarias con el dispositivo microfluídico aumenta los costes de fabricación del dispositivo microfluídico. Para poder mover las partículas paralelas al lecho del canal plano, las estructuras magnetizadas o magnetizables se deben colocar con precisión en los dispositivos microfluídicos para que su gradiente de campo magnético sea paralelo al lecho de canal plano. En la práctica, el tamaño de las estructuras magnetizadas o magnetizables es proporcional a la fuerza magnética que se puede aplicar a las partículas; por lo tanto, para asegurar la extracción efectiva de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de la muestra a una solución tampón, es necesario hacer solidarias grandes estructuras magnetizadas o magnetizables con el dispositivo microfluídico, lo que a su vez aumenta las dimensiones del dispositivo microfluídico.

El documento WO 01/63270 A1 divulga un colector de acuerdo con el estado de la técnica adaptado para proporcionar acoplamiento hidrodinámico entre un cuerpo microfluídico y un controlador asociado.

Existe la necesidad en la técnica de proporcionar un componente de interfaz que se pueda usar con un dispositivo microfluídico adecuado que pueda lograr una extracción mejorada de partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

La presente invención pretende evitar o mitigar por lo menos algunas de las desventajas asociadas con las soluciones existentes para extraer partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra.

Breve sumario de la invención.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un componente de interfaz, apto para cooperar con un dispositivo microfluídico. Dicho componente de interfaz comprende:

uno o más elementos que se pueden conectar selectivamente a un sistema neumático que puede proporcionar un flujo de aire positivo o negativo al uno o más elementos,

en el que cada uno de entre dicho uno o más elementos comprende, un orificio de entrada que se puede conectar de forma fluida de manera selectiva a un sistema neumático; un limitador de flujo dispuesto en comunicación fluídica 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 se dispone para estar en comunicación fluídica con el limitador de flujo; y

en el que el componente de interfaz comprende además una o más salidas, cada una de entre dicha una o más salidas está en comunicación fluídica con un elemento respectivo, de modo que el fluido puede fluir desde el elemento fuera del componente de interfaz a través de la una o más salidas; y en el que cada una de entre dicha una o más salidas pueden estar dispuestas de manera selectiva para estar en comunicación fluídica con un depósito respectivo de un dispositivo microfluídico.

El componente de interfaz puede comprender por lo menos cuatro elementos y por lo menos cuatro salidas.

El filtro de aerosol puede comprender material hidrófobo.

El filtro de aerosol puede comprender poros con un tamaño en el intervalo entre 0,1 a 0,3 µm. Preferentemente, el filtro de aerosol puede comprender poros con un tamaño de 0,22 µm.

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

Cada uno de los conjuntos magnéticos comprende:

un émbolo, provisto de un vástago, estando un extremo de dicho vástago conectado a unos medios para generar un campo magnético;

unos medios de precarga que precargan al vástago en una primera dirección; y

un electroimán, que coopera con el vástago, de modo que el funcionamiento de dicho electroimán fuerza el vástago a moverse en un segundo sentido opuesto, contra la fuerza de precarga de los medios de precarga.

Preferentemente, el componente de interfaz comprende una plataforma sobre la cual están soportados uno o más conjuntos magnéticos y sobre la cual están soportados uno o más elementos. Cuando el vástago se mueve en la segunda dirección, los medios para generar un campo magnético se mueven en una dirección que se aleja de la plataforma. Cuando el vástago se mueve en una primera dirección, los medios para generar un campo magnético se mueven en una dirección que se acerca a la plataforma.

Preferentemente, el componente de interfaz comprende una pluralidad de conjuntos magnéticos dispuestos en una fila sobre la plataforma. Por ejemplo, el componente de interfaz puede comprender cuatro conjuntos magnéticos dispuestos en una fila sobre la plataforma. Preferentemente, una pluralidad de elementos está situada en un lado de la fila y una pluralidad de elementos está situada en el otro lado de la fila.

Los medios para generar un campo magnético pueden prever una sección transversal estrechada.

Los medios para generar un campo magnético pueden prever una sección transversal ahusada con una punta redondeada. Dicha 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 prever un radio de curvatura de 0,2 mm.

Los medios para generar un campo magnético presentan una sección transversal ahusada con un ápice plano; Por ejemplo, los medios para generar un campo magnético pueden prever una sección transversal que presente la forma de un triángulo truncado.

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

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

Los medios para generar un campo magnético pueden ser un imán permanente. El imán permanente puede presentar una longitud de entre 1 mm y 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 la totalidad de la longitud del imán permanente.

El vástago del émbolo se puede conectar a dichos medios para generar un campo magnético mediante por lo menos dos elementos de perno que pasan a través de los orificios definidos en la paleta del componente de interfaz. Dichos por lo menos dos pernos colaboran en asegurar que se evite el giro de los medios para generar un campo magnético alrededor de un eje longitudinal del conjunto magnético.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un conjunto que comprende:

un dispositivo microfluídico que prevé una pluralidad de depósitos; y

un componente de interfaz de acuerdo con cualquiera de los componentes de interfaz mencionados anteriormente;

en el que una o más de las salidas del componente de interfaz se disponen para estar en comunicación fluídica con un depósito respectivo del dispositivo microfluídico.

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

El componente de interfaz puede comprender una fila de conjuntos magnéticos y elementos situados en lados opuestos de la fila de conjuntos magnéticos. Los elementos situados en un lado de la fila se pueden conectar de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo; y los elementos que están situados en el otro lado opuesto de la fila se pueden conectar de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo.

Cada una de entre dicha una o más salidas está dispuesta de modo que esté en comunicación fluídica con un depósito respectivo de un dispositivo microfluídico.

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

Por lo menos una salida está en comunicación fluídica con un depósito de suministro de tampón. Un elemento que está en comunicación fluídica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo.

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

Por lo menos una salida está en comunicación fluídica con un depósito de drenaje tampón. Un elemento que está en comunicación fluídica con dicha por lo menos una salida se conecta de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un limitador de flujo contenido en cualquiera de los componentes de interfaz mencionados anteriormente, comprendiendo el limitador de flujo:

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

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 están conectados de manera fluídica; y

un elemento capilar que comprende un canal intermedio que está situado entre los elementos de entrada y salida, y en el que el canal intermedio está en comunicación fluídica 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.

Preferentemente, el canal intermedio presenta una sección transversal circular y presenta un diámetro que se encuentra entre 1 y 100 µm.

Preferentemente, el elemento capilar está compuesto de material transparente como por ejemplo vidrio.

El limitador de flujo puede comprender un elemento macho y un elemento hembra que se configuran de modo que puedan cooperar mecánicamente entre sí de modo que los elementos macho y hembra puedan estar fijados juntos;

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

en el que el elemento macho y el elemento hembra prevén cada uno de ellos un bolsillo que puede recibir una parte del elemento capilar de manera que una parte del elemento capilar se encuentre contenida dentro del bolsillo en el elemento macho y otra parte del elemento capilar se encuentre contenida dentro del bolsillo del elemento hembra.

La profundidad del bolsillo en el elemento macho es tal que cuando el elemento capilar se coloca en el bolsillo de manera que el elemento capilar se apoya en una base del bolsillo, por lo menos 0,5 mm de la longitud de dicho elemento capilar se extiende fuera del bolsillo.

Preferentemente, la profundidad del bolsillo en el elemento macho se encuentra entre 0,5 mm y 19,5 mm. Con mayor preferencia, la profundidad del bolsillo en el elemento macho es de 1,5 mm.

El bolsillo en el elemento macho preferentemente presenta una sección transversal circular. El diámetro del bolsillo en el elemento macho preferentemente se encuentra entre 0,5 mm y 5 mm.

Preferentemente, la profundidad del bolsillo en el elemento hembra se encuentra entre 0,5 y 20 mm. Con mayor preferencia la profundidad del bolsillo en el elemento hembra es de 5 mm.

El bolsillo en el elemento hembra preferentemente presenta una sección transversal circular. El diámetro del bolsillo en el elemento hembra preferentemente se encuentra entre 0,5 mm y 5 mm.

El elemento capilar puede prever una longitud de 2.20 mm. Con mayor preferencia el elemento capilar presenta una longitud entre 4 y 8 mm.

Preferentemente, la longitud de la parte del elemento capilar que se encuentra contenida dentro del bolsillo del elemento hembra es de por lo menos 0,5 mm.

El limitador de flujo puede comprender además una junta tórica ubicada en una interfaz 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.

La junta tórica se puede disponer para que se apoye en el elemento macho, el elemento hembra y el elemento capilar simultáneamente.

El elemento capilar se puede extender a través de la junta tórica.

La relación entre el grosor del cordón de la junta tórica y el diámetro interno de la junta tórica se puede encontrar entre 0,1 y 1. Preferentemente, la relación entre el grosor del cordón de la junta tórica con respecto al diámetro interno de la junta tórica es de 0,5 o 0,8.

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

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

El elemento macho puede prever un
externo y el elemento hembra presentar un roscado interno 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 externa del mismo.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un conjunto limitador de flujo que comprende:

un elemento macho que comprende un canal y que, además, prevé un bolsillo definido en el mismo; y un elemento hembra que prevé un canal definido en el mismo y que, además, presenta un bolsillo definido en el mismo;

en el que el elemento macho y el elemento hembra pueden cooperar mecánicamente de modo que se alineen los bolsillos en cada elemento para definir un volumen que puede recibir un elemento capilar;

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 manera que las longitudes de sus respectivos canales intermedios son diferentes; y en el que cada uno de los elementos capilares están dimensionados de manera que puedan estar totalmente contenidos dentro del volumen definido por los bolsillos en los elementos macho y hembra.

Breve descripción de los dibujos

La invención se comprenderá mejor con la ayuda de la descripción de una forma de realización que se aporta a título de ejemplo y que se ilustra en las figuras, en las que:

las figuras 1a y 1b muestran una vista en perspectiva de un dispositivo microfluídico;

la figura 1c muestra 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 por la línea "A" de la figura 1b;

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

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

la figura 2a proporciona una vista en perspectiva de un conjunto y la figura 2b proporciona una vista en sección transversal tomada por la línea "A" en la figura 2a;

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

las figuras 4a y 4b proporcionan unas vistas en perspectiva de un componente de interfaz de acuerdo con 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 interfaz mostrado en las figuras 4a y 4b;

la figura 5b proporciona una vista explosionada del limitador de flujo de un elemento del componente de interfaz que se muestra en las figuras 4a y 4b;

las figuras 6a y 6b proporcionan cada de ellas una vista en sección transversal de un conjunto magnético del componente de interfaz que se muestra en las figuras 4a y 4b;

la figura 6c proporciona una vista en perspectiva del conjunto magnético del componente de interfaz que se ilustra en las figuras 4a y 4b;

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

Descripción detallada de posibles formas de realización de la invención

Las figuras 1a y 1b proporcionan unas vistas en perspectiva de un dispositivo microfluídico 1. Dicho dispositivo microfluídico 1 comprende una paleta 3 que prevé una primera superficie 4a y una segunda superficie opuesta 4b. La paleta 3 está compuesta de material transparente, como termoplástico transparente. La figura 1a es una vista en perspectiva de un dispositivo microfluídico 1 que muestra la primera superficie 4a; y la figura 1b es una vista en perspectiva de un dispositivo microfluídico 1 que muestra la segunda superficie opuesta 4b.

Haciendo referencia a la figura 1a, la primera superficie 4a prevé cuatro canales principales 5 definidos en la misma. Se deberá entender que se puede definir cualquier cantidad 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.

Para cada canal principal 5 se proporcionan dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, cada uno de los cuales está en comunicación fluídica con un canal principal 5 respectivo en una primera unión 7 que se encuentra en el primer extremo 5a del canal principal 5 respectivo. Dos canales auxiliares de salida correspondientes 8a, 8b, cada uno de los cuales está en comunicación fluídica con un canal principal 5 respectivo en una segunda unión 9 que se encuentra en el segundo extremo opuesto 5b del canal principal 5 respectivo. Se deberá entender que se puede proporcionar cualquier cantidad de canales auxiliares de entrada y cualquier cantidad de canales auxiliares de salida para cada canal principal 5; sin embargo, con mayor preferencia, la cantidad de canales auxiliares de entrada se corresponderá con la cantidad de canales auxiliares de salida. Los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b son especulares entre sí y los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b son especulares entre sí.

Una película 18 recubre los canales principales 5 y los respectivos canales auxiliares de entrada 6a, 6b y los canales auxiliares de salida 8a, 8b para confinar el flujo de fluidos dentro de los canales respectivos 5, 6a, 6b, 8a, 8b. La película 18 se coloca de forma que se pueda retirar (o de forma fija) a la primera superficie 4a de modo que se pueda retirar de y colocar selectivamente en la primera superficie 4a. La película está compuesta de material transparente, como termoplástico transparente, de modo que permita que el usuario pueda observar el flujo de fluidos dentro del dispositivo microfluídico 1.

La figura 1c proporciona una vista ampliada de una primera unión 7; se deberá entender que la totalidad de las primeras uniones 7 en el dispositivo microfluídico 1 presentarán una configuración similar. En la figura 1c, se puede

observar 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. En este sentido, se prevén escalones respectivos 106a, 106b definidos en la primera unión 7 en las interfaces 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 se disponen 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, se deberá entender que en la presente invención la primera unión 7 se define por el punto a lo largo de la longitud del canal principal 5 en el que 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; se deberá entender que todas las segundas uniones 9 en el dispositivo microfluídico 1 presentarán una configuración similar. En la figura 1f, se puede observar 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. En este sentido, se prevén escalones respectivos 108a, 108b definidos en la segunda unión 9 en las interfaces 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 se disponen para su unión 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 de la longitud del canal principal 5; a ese respecto, se deberá entender que, en la presente invención, la segunda unión 9 se define 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, se proporciona una vista en perspectiva de un dispositivo microfluídico 1 que muestra la segunda superficie opuesta 4b de la paleta 3. La segunda superficie opuesta 4b, prevé una pluralidad de ranuras 15 definidas en la misma, cada una de las cuales puede recibir medios para generar un campo magnético (por ejemplo, un imán). La cantidad de ranuras 15 definidas en la segunda superficie opuesta 4b se corresponde con la cantidad de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta 3; por lo tanto, en este ejemplo, se definen cuatro ranuras 15 en la segunda superficie opuesta 4b. Cada ranura 15 se alinea con un canal principal 5 respectivo. Cada una de las ranuras 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. Se puede observar que la paleta 3 comprende además una muesca 128 que se utiliza para alinear; en particular, dicha muesca 128 se utiliza para alinear el dispositivo microfluídico 1 en una posición predefinida en un conjunto (como por ejemplo los conjuntos que se describirán más adelante).

La figura 1d proporciona una vista en sección transversal del microfluídico tomada por la línea "A" de la figura 1b. La figura 1d incluye una vista en sección transversal de una ranura 15; se deberá entender que todas las ranuras 15 presentarán una configuración similar a la que se ilustra en la figura 1d. Se puede observar en la figura 1d que el canal principal 5 que se define en la primera superficie 4a prevé una sección transversal rectangular que presenta un ancho "s" y una profundidad "f". La relación entre el ancho "s" y la profundidad "f" del canal principal 5 se encuentra preferentemente entre 0,2 y 5. En este ejemplo particular, la relación entre el ancho "s" y la profundidad "f" del canal principal 5 es de 1,75. El canal principal prevé un lecho de canal 5d que es plano y superficies laterales opuestas 5e, 5f que son perpendiculares al lecho de canal 5d de modo que se defina la sección transversal rectangular.

Se puede apreciar 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 que se representa mediante el eje 16. El ancho "w" de la ranura 15 se estrecha. Específicamente, las paredes laterales 15a, 15b que definen la ranura 15 son oblicuas, de manera que el ancho "w" de la ranura 15 se estrecha hacia una superficie 15c que define una base de la ranura 15. El grosor "t" de la paleta 3 entre la ranura 15 y el canal 5 nunca es menor de 0,01 mm y, preferentemente, es de 0,15 mm (o por lo menos entre 0,01 y 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 se encuentra entre 0,01 y 10 mm y, preferentemente, es 0,15 mm.

En este ejemplo que se ilustra en la figura 1d, la superficie 15c que define una base de la ranura 15 es plana, sin embargo, en otra forma de realización, la superficie que define una base de la ranura 15 es curva y, preferentemente, prevé un radio de curvatura de entre 0,05 mm y 0,5 mm y, con mayor preferencia, presenta un radio de curvatura de 0,2 mm. En otra forma de realización adicional, la ranura 15 prevé una sección transversal en forma de V.

Tal como se observa en la figura 1b, el dispositivo microfluídico 1 comprende además una pluralidad de depósitos de suministro de tampón 106, depósitos de suministro de muestra 105, depósitos de drenaje de tampón 107 y depósitos de drenaje de muestra 108. La cantidad de depósitos de suministro de tampón 106 se corresponde con la cantidad de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por lo tanto, en este ejemplo, se proporcionan cuatro depósitos de suministro de tampón 106. La cantidad de depósitos de suministro de muestra 105 se corresponde con la cantidad de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por lo tanto, en este ejemplo se proporcionan cuatro depósitos de suministro de muestra 105. La cantidad de depósitos

de drenaje de tampón 107 se corresponde con la cantidad de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por lo tanto, en este ejemplo, se proporcionan cuatro depósitos de drenaje de tampón 107. La cantidad de depósitos de drenaje de muestra 108 se corresponde con la cantidad de canales principales 5 definidos en la primera superficie 4a de la paleta; por lo tanto, en este ejemplo, se proporcionan cuatro depósitos de drenaje de muestra 108. Cada depósito de fuente tampón 106 se dispone en comunicación fluídica con un canal principal 5 respectivo, y puede contener un líquido tampón que se alimentará al canal principal 5. Cada depósito de suministro de muestra 105 se dispone en comunicación fluídica con un par de canales auxiliares de entrada 6a, 6b respectivos, y puede contener un líquido muestra que se alimentará a los canales auxiliares de entrada 6a, 6b. Cada depósito de drenaje de tampón 107 se dispone en comunicación fluídica con un canal principal 5 respectivo, y puede recibir un líquido tampón que ha fluido a lo largo de dicho canal principal 5. Cada depósito de drenaje de muestra 108 se dispone en comunicación fluídica con un par de canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivo y puede recibir un líquido muestra que ha fluido fuera del canal principal 5 y a lo largo de un canal auxiliar de salida 8a, 8b.

Retornando brevemente a la figura 1a, cada canal principal 5 se conecta de manera fluídica, mediante un primer conducto 11, a un depósito de fuente tampón 106 respectivo (que se ilustra en la figura 1b). Cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b para cada canal principal 5 se conecta de manera fluídica, a través de un segundo conducto común 12, a un depósito de suministro de muestra 105 respectivo (que se ilustra en la figura 1b); ambos canales auxiliares de entrada 6a, 6b se conectan de forma fluida al mismo depósito de suministro de muestra 105 a través del segundo conducto común 12. En este ejemplo, el primer y el segundo conducto 11,12 pasan cada uno de ellos por la paleta 3 desde la primera superficie 4a a la segunda superficie opuesta 4b.

Cada canal principal 5 también se conecta de forma fluida, a través de un tercer conducto 13, a un depósito de drenaje de tampón 107 respectivo (que se ilustra en la figura 1b). Los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b para cada canal principal 5, se conectan de manera fluídica, a través de un cuarto conducto común 14, a un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo (que se ilustra en la figura 1b); ambos canales auxiliares de salida 8a, 8b se conectan de manera fluídica 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 de los mismos por la paleta 3 desde la primera superficie 4a a la segunda superficie opuesta 4b.

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, así como los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos; se deberá entender que la totalidad de los canales principales 5 y sus dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b respectivos, así como los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b respectivos presentarán la misma configuración que se ilustra en la figura 1d. Haciendo referencia a la figura 1e, se puede observar que, en esta forma de realización, las longitudes respectivas (L2, L3) de cada uno de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, desde el segundo conducto 12 hasta la primera unión 7, son iguales que el doble de la longitud (L1) del canal principal 5 desde el primer conducto 11 hasta la primera unión 7 (es decir, 2.L1=L2 y 2.L1=L3). Además, las longitudes respectivas (L2, L3) 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 respectivas (L5, L6) de cada uno de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b, desde el cuarto conducto 14 hasta la segunda unión 9, es igual que el doble de la longitud (L4) del canal principal 5 desde el tercer conducto 13 a la segunda unión 9 (es decir, 2.L4=L5 y 2.L4=L6). Además, las longitudes respectivas (L5, L6) 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. Con mayor preferencia, las longitudes "L2", "L3", "L5" y "L6" se encontrarán entre 20 y 60 mm, preferentemente 40 mm. En este ejemplo, las longitudes "L1" y "L4" son iguales entre sí; sin embargo, esta condición no resulta esencial para la invención. Con mayor preferencia, las longitudes "L1" y "L4" se encontrarán entre 10 y 40 mm, preferentemente 20 mm. La longitud (L8) del canal principal 5 que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9 también se ilustra en la figura 1e. Típicamente, la longitud (L8) del canal principal 5 que se extiende entre la primera unión 7 y la segunda unión 9 se encuentra entre 1 mm y 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 microfluídico 1 que se ilustra en las figuras 1a-e se puede utilizar para formar un conjunto. La figura 2a proporciona una vista en perspectiva de un conjunto de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención y la figura 2b proporciona una vista en sección transversal tomada por la línea "A" en la figura 2a. Haciendo referencia a las figuras 2a y 2b, se puede observar que el conjunto comprende un dispositivo microfluídico 1 (tal como se ilustra en las figuras 1a-e) y medios para generar un campo magnético en forma de imanes permanentes 20a-c. Se deberá entender que la presente invención no se limita a requerir medios para generar un campo magnético en forma de imanes permanentes, y que se puede utilizar cualquier medio apto para generar un campo magnético (por ejemplo, un electroimán). Es importante destacar que el conjunto es modular y que prevé un dispositivo microfluídico 1 que es independiente mecánicamente 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 microfluídico 1, disminuyendo así los costes de fabricación del dispositivo microfluídico 1.

Cada uno de los imanes permanentes 20a-d se recibe en una ranura respectiva 15 que se define en la segunda superficie 4b de la paleta 3. La sección transversal de cada imán permanente 20a-d presenta una forma que se corresponde con la forma de la sección transversal de la ranura 15; de este modo, en este ejemplo, cada imán permanente 20a-d prevé un ancho estrechado "m" y cada imán permanente 20a-d también presenta una superficie superior plana 21 que se corresponde con la superficie plana 15c que define una base de la ranura 15. Se deberá entender que, si la sección transversal de las ranuras 15 prevé un ápice curvado (es decir, una superficie de base 15c que presenta un perfil curvo), entonces, cada imán permanente 20a-d presentará una sección transversal con un ápice curvo correspondiente (en este caso, preferentemente cada imán permanente 20a-d prevé una sección transversal que presenta un ápice con un radio de curvatura entre 0,05 mm y 0,5 mm y, con mayor preferencia, cada imán permanente 20a-d prevé una sección transversal que presenta un ápice con un radio de curvatura de 0,2 mm). Del mismo modo, si las ranuras prevén una sección transversal en forma de V, los imanes permanentes 20a-c también se conformarán de manera que presenten una sección transversal en forma de V correspondiente. Al prever la forma de la sección transversal de cada imán permanente 20a-d en correspondencia con la forma de la sección transversal de las ranuras 15, se permite que los imanes permanentes 20a-d encajen perfectamente en sus respectivas ranuras 15. Preferentemente, los imanes permanentes 20a-d encajarán perfectamente en sus respectivas ranuras 15, de manera que el ápice o cúspide de cada uno de los imanes permanentes 20a-d se apoye en la superficie 15c que define la base de la ranura respectiva 5 en la que se recibe; esto asegura que no haya espacio de aire entre los imanes permanentes 20a-d y las superficies 15c que definen la base de las ranuras respectivas 15.

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

Durante el funcionamiento, los imanes permanentes 20a-d pueden proporcionar un campo magnético dentro de un canal principal 5 respectivo. Dado que cada uno de los imanes permanentes 20a-d prevé una longitud que se corresponde con 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 microfluídico 1, tal como se ilustra en las figuras 1a-e, se puede usar para poner en práctica un procedimiento. Una forma de realización del procedimiento es un procedimiento para eliminar partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluye las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra, tal como se describirá a continuación: en primer lugar, se proporciona un dispositivo microfluídico 1, tal como se ilustra en las figuras 1a-e.

La muestra que contiene partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluidas las súperparamagnéticas) y/o diamagnéticas se proporciona en un depósito de suministro de muestra 105. La muestra fluye desde el depósito de suministro de muestra 105, a través del segundo conducto 12, hacia el par de canales auxiliares de entrada 6a, 6b. Se proporciona un fluido tampón, como por ejemplo agua sin partículas en un depósito de fuente tampón de 106. El fluido tampón fluye desde el depósito de fuente tampón 106, a través del primer conducto 11, hacia el canal principal 5. Se deberá entender que el fluido tampón puede ser cualquier fluido que no presente las partículas que se eliminarán de la muestra (es decir, sin partículas ferromagnéticas, paramagnéticas -incluidas las súper paramagnéticas- y/o diamagnéticas a eliminar); además del agua libre de partículas, se pueden usar otros líquidos, como solución tampón fosfato salino (PBS) o agua que contenga 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 tampón, de modo que, tanto la muestra como el fluido tampón, fluyan simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

Las Figuras 3a y 3b muestran la disposición de una muestra 30 y el fluido tampón 31 en el canal principal 5 a medida que fluyen a lo largo de dicho canal principal 5. La dirección del flujo de la muestra 30 y el fluido tampón 31 a lo largo del canal principal 5 se indica mediante las flechas. Aguas arriba de la primera unión 7, el canal principal 5 únicamente contiene fluido tampón 31 que procede del depósito de fuente tampón 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 tampón 31, fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

Tal como se puede observar en las figuras 3a y 3b, se forman dos corrientes 30a, 30b de muestra en el canal principal 5; una primera corriente 30a de muestra se forma mediante la muestra 30, que procede de uno de los canales auxiliares de entrada 6a, y una segunda corriente 30b de muestra se forma mediante la muestra 30, que procede del otro de los canales auxiliares de entrada 6b. Es importante destacar que, 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 tampón 31 forman una disposición particular dentro del canal principal 5; específicamente

el fluido tampón 31 se interpone entre cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b y el lecho del canal plano 5d del canal principal 5.

Se aplica un campo magnético a la muestra 30 y al tampón 31 que fluyen simultáneamente a lo largo del canal principal 5. El campo magnético mueve las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagénticas) y/o diamagnéticas contenidas en la muestra 30 en ambas corrientes de muestra 30a, 30b hacia el tampón 31. En este ejemplo, para aplicar un campo magnético a la muestra 30 (y al fluido tampón 31) que fluye a lo largo del canal principal 5, un imán permanente 20a-d se mueve en 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 tampón 31. El imán permanente 20a-c prevé una magnetización que está en una dirección que es perpendicular a la dirección del flujo de la muestra 30 y el tampón 31 en el canal principal 5, y que también es perpendicular al lecho del canal plano 5d del canal principal (o perpendicular a una tangente al ápice de la sección transversal del canal principal si el canal principal prevé un lecho de canal curvo o si el canal principal 5 prevé una sección transversal en forma de V). Se deberá entender que cualquier medio para generar un campo magnético se puede utilizar para proporcionar el campo magnético que se aplica a la muestra 30 y al tampón 31; la presente invención no se ve limitada por exigir el uso de un imán permanente 20a-d. Cabe destacar que se forma el conjunto que se muestra en las figuras 2a y 2b al proporcionar un imán permanente 20a-d en la ranura.

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

Además, tal como se ilustra en las figuras 3a y 3b, el fluido tampón 31 se interpone entre las corrientes de muestra 30a, 30b; de este modo, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas en la muestra 30 también se pueden mover desde cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b al fluido tampón 31, en una dirección que es perpendicular a, o sustancialmente perpendicular a, la dirección de flujo de las corrientes de muestra 30a, 30b y al fluido tampón 31 en el canal principal 5. Más específicamente, las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o superparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 se pueden mover desde cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b, al fluido tampón 31, en una dirección que es paralela al lecho del canal 5d 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 tampón 31 alcancen la segunda unión 9, todas (o sustancialmente todas) las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o súperparamagnéticas) y/o diamagnéticas contenidas dentro de la muestra 30 se habrán movido de la muestra 30 en ambas corrientes de muestra 30a, 30b y al fluido tampón 31 por el campo magnético.

Debido a la disposición de la muestra 30 y del fluido tampón 31 dentro del canal principal 5 y, dado que la profundidad "g" de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b se corresponde con la profundidad "d" de los dos canales auxiliares de entrada 6a, 6b, el fluido de muestra 30, que ahora no contiene ninguna partícula ferromagnética (o superparamagnética), paramagnética y/o diamagnética, fluirá en los respectivos canales auxiliares de salida 8a, 8b 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, por el cuarto conducto 14, al depósito de drenaje de muestra 108 donde se recoge.

Sin embargo, en la segunda unión 9, el fluido tampón 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 del fluido tampón 31 en el canal principal 5 y, dado que la profundidad "g" de los dos canales auxiliares de salida 8a, 8b es menor que la profundidad del canal principal 5, el fluido tampón que contiene las partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (o súperparamagnéticas) y/o diamagnéticas permanecerá en el canal principal 5 (no fluirá hacia ninguno de los canales auxiliares de salida 8a, 8b) y fluirá, por el tercer conducto 13, hacia el depósito de drenaje del tampón 107.

En el ejemplo anterior, en el canal principal 5, el caudal de la muestra 30 que fluye a lo largo del canal principal 5 es igual que el caudal del fluido tampón 31 que fluye a lo largo del canal principal 5; la relación entre el caudal de la muestra 30 en los canales auxiliares de entrada 6a, 6b y el de la muestra de tampón 31 en el canal principal 5 en la primera unión 7 es de entre 0,1 y 10 y, preferentemente, es de entre 0,5 y 2; y la relación entre los caudales

de la muestra en los canales auxiliares de salida 8a, 8b y el del tampón en el canal principal en la segunda unión es de entre 0,1 y 10 y preferentemente es de entre 0,5 y 2.

Las figuras 4a y 4b proporcionan vistas en perspectiva de un componente de interfaz 40 de acuerdo con la presente invención. La figura 4a proporciona una vista en perspectiva de una parte superior del componente de interfaz 40 y la figura 4b proporciona una vista en perspectiva de una parte inferior del componente de interfaz 40. El componente de interfaz 40 resulta apto para cooperar con el dispositivo microfluídico 1 que se muestra en las figuras 1a y 1b. Cuando el componente de interfaz 40 se coloca en cooperación con el dispositivo microfluídico 1, se forma un conjunto de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención.

Haciendo referencia a las figuras 4a y 4b, el componente de interfaz 40 comprende además una pluralidad de conjuntos magnéticos 44. En este ejemplo, el componente de interfaz 40 comprende cuatro conjuntos magnéticos 44, sin embargo, se deberá entender que el componente de interfaz 40 puede comprender cualquier cantidad de conjuntos magnéticos 44.

El componente de interfaz 40 comprende además una pluralidad de elementos 41, cada uno de los cuales se puede conectar selectivamente a un sistema neumático que puede proporcionar un fluido (como aire presurizado) a los elementos 41. En este ejemplo, el componente de interfaz 40 comprende dieciséis elementos 41, sin embargo, se deberá entender que el componente de interfaz 40 puede comprender cualquier cantidad de elementos 41; preferentemente el componente de interfaz 40 comprende por lo menos cuatro elementos 41.

Cada elemento 41 comprende un orificio de entrada 42 que se puede conectar selectivamente de forma fluida a un sistema neumático; un limitador de flujo 43, que se conecta de forma fluida al orificio de entrada 42, en el que el limitador de flujo 43 está configurado para limitar el flujo de fluido a través del elemento 41; y un filtro de aerosol 49 que se dispone para estar en comunicación fluídica con el limitador de flujo regulable 43. En este ejemplo, el filtro de aerosol 49 se define mediante una capa 49 de material hidrófobo; la capa 49 comprende poros que presentan un tamaño de 0,22 µm (o por lo menos en el intervalo de entre 0,1 y 0,3 µm).

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

El componente de interfaz 40 también comprende una pluralidad de salidas 45a-p, cada una de las salidas 45a-p está en comunicación fluídica con un elemento respectivo 41, de modo que el fluido puede fluir desde el elemento 41, fuera del componente de interfaz, a través de las salidas 45a-p. En el ejemplo que se ilustra en las figuras 4a y 4b, las salidas 45a-p se definen mediante aberturas 45a-p que se realizan en la plataforma 46. Una capa 49 de material hidrófobo que define el filtro de aerosol 49 de un elemento respectivo 41 recubre aberturas respectivas 45a-p que definen una salida 45a-p.

La cantidad de salidas 45a-p se debe preferentemente corresponder con la cantidad de elementos 41; en consecuencia, en este ejemplo, el componente de interfaz 40 comprende dieciséis salidas 41. Sin embargo, se deberá entender que el componente de interfaz 40 se puede proporcionar con cualquier cantidad de salidas 45a-p; preferentemente el componente de interfaz 40 comprende por lo menos cuatro salidas 45a-p. Cada una de dichas salidas 45a-p se puede disponer selectivamente para estar en comunicación fluídica respectivamente con un depósito de suministro de muestra 105, un depósito de fuente tampón 106, un depósito de drenaje de tampón 107, o un depósito de drenaje de muestra 108, del dispositivo microfluídico 1.

La figura 5a proporciona una vista en perspectiva, en sección transversal parcial, de un limitador de flujo 43 de un elemento 41. La figura 5b proporciona una vista explosionada del limitador de flujo 43. Se deberá entender que cada uno de los limitadores de flujo 43 en el componente de interfaz 40 presentará una configuración similar al limitador de flujo 43 ilustrado en las figuras 5a y b.

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

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 prevé 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 se encuentra entre 1 µm y 100 µm. En este ejemplo, el elemento capilar 701 está compuesto de vidrio; sin embargo, se deberá entender que el elemento capilar 701 puede estar compuesto de cualquier material adecuado, por ejemplo, polímero.

El limitador de flujo 43 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.

El elemento macho 703 y el elemento hembra 704 se configuran de modo que puedan cooperar mecánicamente entre sí de manera que los elementos macho y hembra puedan estar fijados juntos. En este ejemplo, el elemento macho 703 presenta un roscado externo 721, y el hembra presenta un roscado interno 722 correspondiente, que permite que los elementos 703, 704 estén fijados juntos. El elemento macho 703 comprende además una nervadura 711 definida en una superficie exterior del mismo, y el elemento hembra 704 comprende también una nervadura 718 en una superficie exterior del mismo; las nervaduras 711, 718 facilitan el agarre de los elementos 703, 704 cuando los elementos 703, 704 se giran uno con respecto al otro para que sus respectivos roscados 721, 722 se puedan ensamblar entre sí.

Cuando el elemento macho 703 y el elemento hembra 704 cooperan mecánicamente, una extremidad final 703a del elemento macho 703 se apoyará en el elemento hembra 704 en una interfaz 725.

En su extremidad 703a, el elemento macho 703 comprende una ranura anular 726 definida por las superficies perpendiculares 726a, 726b. Una junta tórica 702 se apoya en ambas superficies 726a, 726b. Dicha junta tórica también se apoya en la superficie 704a que define una 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 que el diámetro del elemento capilar 701, de modo que la junta tórica también se apoya en una superficie exterior 701b del elemento capilar 701. En la presente forma de realización, la relación del grosor del cordón de la junta tórica 702 con respecto al diámetro interno "r" de la junta tórica es 0,5 (o 0,8 por ejemplo); sin embargo, la relación entre el grosor del cordón de la junta tórica con respecto al diámetro interno puede ser cualquier valor entre 0,5 y 1.

En una variación de la forma de realización, la ranura anular 726 se puede definir en el elemento hembra, y la junta tórica 702 se dispone para que se apoye en 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 se apoya en las superficies que definen la ranura anular.

El elemento macho 703 presenta un bolsillo 719a definido en el mismo y el elemento hembra 704 presenta un bolsillo 719b definido en el mismo. Los bolsillos 719a y 719b pueden recibir cada uno de ellos una parte del elemento capilar 701, de modo que una parte de longitud del elemento capilar 701 se contiene dentro del bolsillo 719a del elemento macho 703 y otra parte de longitud del elemento capilar 701 se contiene dentro del bolsillo 719b del elemento hembra 704.

La profundidad del bolsillo 719a en el elemento macho 703 es tal que cuando el elemento capilar 701 se coloca en el bolsillo 719a, de modo que el elemento capilar 701 se apoye en una base 719c del bolsillo 19a, por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar 701 se extiende fuera del bolsillo 19a del elemento macho 703. En el ejemplo que se ilustra en la figura 5, el elemento capilar 701 presenta una longitud "L" de 2 mm; sin embargo, se deberá entender que el elemento capilar 701 puede presentar cualquier longitud mayor o igual a 0,5 mm. Dado que por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar 701 se debe extender fuera del bolsillo 19a del elemento macho 703, el bolsillo 719a definido en el elemento macho 703 prevé una profundidad de 1,5 mm. Sin embargo, se deberá entender que el bolsillo 719a definido en el elemento macho 703 puede prever una profundidad de entre 1 mm y 20 mm. La profundidad del bolsillo 719b definido en el elemento hembra 704 debería ser lo más grande posible para permitir el alojamiento de los elementos capilares 701 que presenten diferentes longitudes; preferentemente la profundidad del bolsillo 719b definido en el elemento hembra 704 se encuentra entre 1 y 20 mm; en el ejemplo ilustrado en la figura 5, la profundidad del bolsillo 719b definido en el elemento hembra 704 es de 5 mm.

En otro aspecto de la presente invención, un conjunto comprende un componente de interfaz 40 y una pluralidad de elementos capilares 701, comprendiendo cada uno de los mismos un canal intermedio 715, aunque la longitud "L" de los elementos capilares 701 difiere entre cada uno de ellos de la pluralidad de elementos capilares 701, de modo que cada uno prevea 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" se puede usar para lograr diferentes niveles de limitación del flujo a través de un elemento 41 del componente de interfaz 40. Un usuario puede seleccionar de la pluralidad de elementos capilares 701 un elemento capilar 701 que presente una longitud "L" que proporcionará la resistencia adecuada al flujo; por ejemplo, para aumentar la limitación de 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 presente una longitud "L" más larga; asimismo, para disminuir la limitación del flujo a través de un elemento 41, el usuario puede reemplazar el elemento capilar 701 en dicho elemento 41 por un elemento capilar 701 más corto. Es importante destacar que la profundidad de la cavidad 719a proporcionada en el elemento macho 703 más la profundidad del bolsillo 719b que se proporciona en el elemento hembra 704 debe ser igual o mayor que la longitud del elemento capilar 701 más largo en la pluralidad de elementos capilares 701.

Las figuras 6a y 6b proporcionan cada una de las mismas una vista en sección transversal de un conjunto magnético 44. La figura 6c proporciona una vista en perspectiva del conjunto magnético 44. Se deberá entender que cada uno de los conjuntos magnéticos 44 del elemento de interfaz 40 preverá una configuración similar al conjunto magnético 44 que se ilustra en las figuras 6a-c.

Haciendo referencia a las figuras 6a-c, se muestra que el conjunto magnético 44 comprende un émbolo 60. Dicho émbolo 60 comprende una carcasa 633 que prevé una parte roscada 608 que se recibe en un orificio pasante 65 definido en la plataforma 46 de modo que asegure el conjunto magnético 44 en la plataforma 46 del componente de interfaz 40. La superficie del orificio pasante 65 también es roscada y los roscados provistos en la parte roscada 608 cooperan con los roscados provistos en la superficie del orificio pasante 65.

Se conecta un extremo del émbolo 60 a medios para generar un campo magnético 513. En este ejemplo, los medios para generar un campo magnético 513 son un imán permanente 513. Se deberá entender que se puede proporcionar cualquier medio apto para generar un campo magnético.

El émbolo 60 comprende un vástago 61 que prevé un elemento de tapa 606 en un primer extremo 61a del mismo y un elemento de soporte 512 (únicamente se muestra una espiga en las figuras 6a, 6b) en un segundo extremo opuesto 61b del mismo. En este ejemplo, el vástago 61 se encuentra roscado 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 parte roscada 608 de la carcasa 633 presenta una forma tubular y el vástago 61 se extiende a través del volumen definido en la parte roscada de forma tubular 608. El imán permanente 513 se soporta mecánicamente en el elemento de soporte 512. El elemento de soporte 512 comprende además dos espigas guía paralelas 514. Las dos espigas guía paralelas 514 se extienden a través de los orificios guía respectivos definidos en la plataforma 46. Las dos espigas paralelas 514 colaboran en evitar que el imán permanente 513 gire alrededor del eje longitudinal del vástago 61.

El émbolo 60 comprende además un electroimán 603 que se aloja en una carcasa 603. El émbolo 60 comprende unos medios de precarga en forma de un resorte 605 que precarga nel 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 coopera con el vástago 61 de tal manera que, al accionar el electroimán 603, obliga al vástago 61 a moverse, contra la fuerza de precarga del resorte 605, hacia una segunda posición. La figura 6a muestra que el vástago 61 se ha movido por la fuerza de precarga del resorte 605, a su primera posición. La figura 6b muestra que el vástago 61 se ha movido por el electroimán 603, contra la fuerza de precarga del resorte 605, a su segunda posición. Cuando el vástago 61 se mueve hacia su primera posición, el imán permanente 513 se mueve en una dirección hacia la plataforma 46; cuando el vástago 61 se mueve hacia su segunda posición, el imán permanente 513 se mueve en una dirección que se aleja de la plataforma 46.

Las figuras 6a y 6b también ilustran una sección transversal de un dispositivo microfluídico 1 y muestran una sección transversal de la ranura 15 y una sección transversal del canal principal 5. Tal como se ilustra 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 una dirección hacia la plataforma 46. Cuando el vástago 61 está en su primera posición, el componente de interfaz 40 se coloca de modo que el imán permanente 513 del conjunto magnético 44 se alinea sobre la ranura 15 que se define en la segunda superficie 4b del microfluídico dispositivo microfluídico 1. El electroimán 603 se acciona de modo que mueve el vástago 61 contra la fuerza de precarga del resorte 605 a su segunda posición y el imán permanente 513 se mueve en una dirección de alejamiento 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 microfluídico 1. Una vez recibido en la ranura 15, el imán permanente 513 puede proporcionar magnetización en la región del canal principal 5 que moverá partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas de una muestra a un fluido tampón que fluye simultáneamente a lo largo del canal principal 5.

El imán permanente 513 presenta una forma que se corresponde con la forma de la ranura 15 en el dispositivo microfluídico 1. Específicamente, el imán permanente 513 presenta una forma de sección transversal que se corresponde con la forma de sección transversal de la ranura 15 en el dispositivo microfluídico 1. En el ejemplo que se muestra 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 con un tamaño que permite recibir por lo menos el pico del imán permanente de sección transversal de forma triangular 513 dentro de la ranura 15. Dicho imán permanente 513 también se extiende a lo largo de la totalidad de la ranura 15; y el perfil de la sección transversal en forma de V es constante a lo largo de la totalidad de la longitud del imán permanente 513.

Se deberá entender que el imán permanente 513 puede prever cualquier forma adecuada. Preferentemente, la forma del imán permanente 513 se corresponde con la forma de la ranura 15 definida en el dispositivo microfluídico 1 que se va a utilizar con el componente de interfaz, de modo que el imán permanente 513 pueda encajar adecuadamente en la ranura 15 del dispositivo microfluídico 1. En el ejemplo mencionado anteriormente, el imán permanente 513 presenta una sección transversal triangular, por lo que resulta perfectamente apto para su utilización con dispositivos microfluídicos que prevén una ranura 15 con una sección transversal en forma de V. Se deberá entender que el imán

permanente 513 se puede configurar para prever una sección transversal con una punta curva (en lugar de una punta puntiaguda como en el caso de una sección transversal triangular); los componentes de interfaz con imán permanente 513 con punta curva resultan aptos para su utilización con dispositivos microfluídicos 1 que prevén ranuras 15 que presentan una sección transversal curva; preferentemente el radio de curvatura de la punta curva del imán permanente 513 es igual que el radio de curvatura de la ranura curva 15 en el dispositivo microfluídico 1. En una forma de realización a título de ejemplo, el imán permanente 513 puede prever una punta curva con un radio de curvatura entre 0,05 mm y 0,5 mm y, con mayor preferencia, con un radio de curvatura de 0,2 mm. En otra forma de realización, el imán permanente 513 se puede configurar para prever una sección transversal que presente una punta plana; los componentes de interfaz con imán permanente 513 que prevén una punta plana resultan aptos para su utilización con dispositivos microfluídicos 1 que presenten ranuras 15 con una base plana.

La figura 7 proporciona una vista en perspectiva de un conjunto 70 de acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención. Dicho conjunto 70 comprende un dispositivo microfluídico 1 que se muestra en las figuras 1a y 1b, y el componente de interfaz 40 que se muestra en las figuras 4a y 4b. Resulta importante destacar que el conjunto 70 es modular y prevé un dispositivo microfluídico 1 que es mecánicamente independiente del componente de interfaz 40 (que comprende los imanes permanentes 513); ventajosamente, el componente de interfaz 40 se puede disponer selectivamente de manera que coopere mecánicamente con el dispositivo microfluídico 1; sin embargo, los imanes permanentes 513 no son solidarios con el dispositivo microfluídico 1, disminuyendo así los costos de fabricación del dispositivo microfluídico 1.

En el conjunto 7 que se muestra en la figura 7, el componente de interfaz 40 se dispone de manera que coopere mecánicamente con el dispositivo microfluídico 1 de modo que cada una de las salidas 45a-p del componente de interfaz 40 se encuentre en comunicación fluídica con, respectivamente, un depósito de suministro de muestra 105, un depósito de fuente tampón 106, un depósito de drenaje de tampón 107, o un depósito de drenaje de muestra 108 del dispositivo microfluídico 1. En este ejemplo que se ilustra en la figura 7, las salidas 45a-d recubren un depósito de suministro de muestra 105 respectivo del dispositivo microfluídico 1, de modo que dichas salidas 45a-d se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de suministro de muestra 105 respectivo; las salidas 45e-h recubren un depósito de fuente tampón 106 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que dichas salidas 45e-h se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de fuente tampón 106 respectivo; las salidas 45i-L recubren un depósito de drenaje de tampón 107 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que dichas salidas 45i-l se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de tampón 107 respectivo; las salidas 45m-p recubren un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que dichas salidas 45i-L se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de muestra respectivo 108. Las dimensiones de la sección transversal de cada una de las salidas 45a-p se corresponden con las dimensiones de la sección transversal de los respectivos depósitos de suministro de tampón 106, depósitos de suministro de muestra 105, depósitos de drenaje de tampón 107 y depósitos de drenaje de muestra 108, de modo que se forma un sello impermeable entre el depósito y la salida 45a-p respectivos cuando están en cooperación mecánica. También se observa que las posiciones relativas de las salidas 45a-p se corresponden con las posiciones relativas de los depósitos.

El componente de interfaz 40 comprende una fila de cuatro conjuntos magnéticos 44, cada uno idéntico al conjunto magnético que se ilustra en las figuras 6a, 6b. Los elementos 41a-h que están situados en un primer lado 55a de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44 se conectan todos ellos de forma fluida a un sistema neumático 71a que proporciona un flujo de aire positivo (que se indica mediante 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 a los respectivos depósitos de suministro de muestra 105 a través de las respectivas salidas 45a-d. El flujo de aire positivo empuja la muestra que se encuentra en los respectivos depósitos de suministro de muestra 105 para fluir, a través de los respectivos segundos conductos 12, hacia los respectivos pares de canales auxiliares de entrada 6a, 6b; a lo largo de los respectivos pares de canales auxiliares de entrada 6a, 6b y, posteriormente, empuja la muestra para que fluya hacia los respectivos canales principales 5 del dispositivo microfluídico 1.

Los elementos 41e-h que también están situados en el primer lado 55a de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44 también se conectan de manera fluídica a un sistema neumático 71a que proporciona un flujo de aire positivo (que se indica mediante la flecha 50). El flujo de aire positivo que se proporciona a los elementos e-h pasa a través de los respectivos elementos 41e-h y a los respectivos depósitos de suministro de tampón 106 a través de las respectivas salidas 45e-h; el flujo de aire positivo empuja el fluido tampón que se encuentra en los respectivos depósitos de suministro de tampón 106 para fluir, a través de los respectivos primeros conductos 11, a los respectivos canales principales 5 del dispositivo microfluídico 1.

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

Los elementos 41m-p que también están situados en el segundo lado opuesto 55b de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44, también se conectan todos ellos de manera fluídica a un sistema neumático 71b que proporciona flujo de aire negativo (que se indica mediante la flecha 51). Dicho flujo de aire negativo que se proporciona a los elementos 41m-p pasa a través de los respectivos elementos 41m-p y a los respectivos depósitos de drenaje de muestra 108 a través de las respectivas salidas 45m-p; el flujo de aire positivo aspira el fluido de la muestra, que ya no presenta partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluidas las superparamagnéticas) y/o diamagnéticas, desde el canal principal 5 hacia los respectivos pares de canales auxiliares de salida 8a, 8b a lo largo de los respectivos pares de canales auxiliares de salida 8a, 8b y, posteriormente, a los respectivos depósitos de drenaje de muestra 108, a través del cuarto conducto 14.

El conjunto 70 se puede usar para llevar a cabo un procedimiento de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención. Se proporciona el conjunto 70. Se proporciona una muestra que contiene partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (que incluyen súperparamagnéticas) y/o diamagnéticas en por lo menos uno de los depósitos de suministro de muestra 105; en este ejemplo, la muestra se proporciona en todos los depósitos de suministro de muestra 105 en el dispositivo microfluídico (en este ejemplo, el dispositivo microfluídico 1 comprende cuatro depósitos de suministro de muestra 105). Se proporciona un fluido tampón en por lo menos uno de los depósitos de suministro de tampón 106; en este ejemplo, la muestra se proporciona en todos los depósitos de suministro de tampón 106 en el dispositivo microfluídico (en este ejemplo, el dispositivo microfluídico 1 comprende cuatro depósitos de suministro de tampón 106). En este ejemplo, también se prevé una cantidad correspondiente de depósitos de drenaje de tampón 107 y de depósitos de drenaje de suministro 108, es decir, cuatro depósitos de drenaje de tampón 107 y cuatro depósitos de drenaje de suministro 108.

Una vez que se han llenado los respectivos depósitos de suministro de muestra 105 y los depósitos de suministro de tampón 106, el componente de interfaz 40 se dispone para cooperar mecánicamente con el dispositivo microfluídico 1. Específicamente, el componente de interfaz 40 se dispone de modo que: las salidas 45a-d recubren un depósito de suministro de muestra 105 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que las salidas 45a-d están en comunicación fluídica con un depósito de suministro de muestra 105 respectivo; las salidas 45e-h recubren un depósito de fuente tampón 106 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que las salidas 45e-h se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de fuente tampón 106 respectivo; las salidas 45i-l recubren un depósito de drenaje de tampón 107 respectivo del dispositivo microfluídico 1 de modo que las salidas 45i-l se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de tampón 107 respectivo; las salidas 45m-p recubren un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo del dispositivo microfluídico 1, de modo que las salidas 45i-L se encuentren en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de muestra 108 respectivo.

Al disponer el componente de interfaz 40 de modo que coopere mecánicamente con el dispositivo microfluídico 1 de la manera mencionada anteriormente, el imán permanente 513 de cada conjunto magnético 44 se alinea sobre una ranura 15 respectiva del dispositivo microfluídico 1. En esta etapa, los electroimanes 603 de cada conjunto magnético 44 se pueden desactivar de modo que el vástago 61 ocupe su primera posición, asegurando así que el imán permanente 513 se encuentre en una posición remota con respecto al dispositivo microfluídico 1. Sin embargo, una vez que el componente de interfaz 40 se ha dispuesto para cooperar mecánicamente con el dispositivo microfluídico 1 se activa el electroimán 603 de cada conjunto magnético 44 los electroimanes fuerzan a que cada vástago 61 se mueva, contra la fuerza de precarga del resorte 605, a su segunda posición, de modo que el imán permanente 513 de cada conjunto magnético se mueve a una ranura 15 respectiva en el dispositivo microfluídico 1. Una vez recibido en la ranura 15, el imán permanente 513 se configura de modo que proporcione magnetización en la región de un canal principal 5 respectivo; la dirección de magnetización es perpendicular al lecho del canal plano 5d del canal principal, y también es perpendicular al flujo de la muestra y del fluido tampón a lo largo del canal principal 5. Resulta importante destacar que, si el lecho del canal del canal principal es curvado, entonces, el imán permanente 513 se configura de manera que proporcione magnetización 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, el imán permanente 513 se configura para proporcionar una magnetización en una dirección que es perpendicular a una tangente al ápice del canal. Con mayor preferencia, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo es el imán permanente 513, prevén una sección transversal estrechada en una dirección hacia el canal principal 5. Con mayor preferencia, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo es el imán permanente 513, se configuraran para proporcionar magnetización en una dirección que es perpendicular a un eje longitudinal del imán permanente 513. Con mayor preferencia, los medios para generar un campo magnético 513, que en este ejemplo es el imán permanente 513, se configurarán para proporcionar magnetización en una dirección que es perpendicular a un eje longitudinal del imán permanente 513 y que es perpendicular al plano de la tarima 3 del dispositivo microfluídico.

Los sistemas neumáticos 71a, 71b se hacen funcionar para proporcionar respectivamente 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 situados 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 situados en un segundo lado opuesto 55b de la fila de cuatro conjuntos magnéticos 44. Cuando se hacen funcionar los sistemas neumáticos 71a, 71b dan lugar a que la muestra fluya fuera de los respectivos depósitos de suministro de muestra 105 a través del segundo

conducto 12; a lo largo de los respectivos pares de canales de entrada auxiliares 6a, 6b; a lo largo de los respectivos canales principales 5 (simultáneamente con el fluido de tampón) donde se retiran de la muestra partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo superparamagnéticas) y/o diamagnéticas y, posteriormente, a lo largo de los respectivos pares de canales auxiliares de salida 8a, 8b; y desde allí a los respectivos depósitos de drenaje de muestra 108 a través de los respectivos cuartos conductos 14. Cuando se hacen funcionar los sistemas neumáticos 71a, 71b dan lugar a que el fluido tampón fluya fuera de los respectivos depósitos de suministro de tampón 106 a través del primer conducto 11; a lo largo del canal principal 5 (simultáneamente con el fluido tampón) donde el fluido tampón recibirá partículas ferromagnéticas, paramagnéticas (incluyendo súper paramagnéticas) y/o diamagnéticas que se han retirado de la muestra; y posteriormente en los respectivos depósitos de drenaje de tampón 107 a través de los respectivos terceros conductos 13.

La muestra que fluye a los respectivos canales principales desde los respectivos pares de canales auxiliares de entrada 6a, 6b formará dos corrientes 30a, 30b de muestra que fluyen en cada canal principal 5 respectivo. Resulta importante cómo la profundidad “d” de cada uno de los pares de canales auxiliares de entrada 6a, 6b es menor que la profundidad "f" de los respectivos canales principales 5, a lo largo del canal principal 5 entre las uniones respectivas primera y segunda 7, 9, el fluido tampón 31 se interpone entre cada una de las corrientes de muestra 30a, 30b y el lecho de canal 5d del canal principal; también se interpondrá fluido tampón entre las dos corrientes de muestra 30a, 30b.

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

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

Para los expertos en la materia, resultarán evidentes varias modificaciones y variaciones a las formas de realización descritas de la invención 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, se deberá entender que la invención tal como se reivindica no se debe limitar indebidamente a dicha forma de realización específica.

REIVINDICACIONES

1. Componente de interfaz (40), apto para cooperar con un dispositivo microfluídico (1), comprendiendo dicho componente de interfaz:

uno o más elementos (41) que pueden ser conectados selectivamente a un sistema neumático (71a, 71b) que puede proporcionar un flujo de aire positivo y/o negativo a dicho uno o más elementos (41);

en el que cada uno de entre dicho uno o más elementos (41) comprende un orificio de entrada (42) que puede ser conectado de manera selectivamente fluídica a un sistema neumático (71a, 71b); un limitador de flujo (43) dispuesto en comunicación fluídica con el orificio de entrada (42), en el que el limitador de flujo (43) puede limitar el flujo de fluido a través del elemento (41); y un filtro de aerosol (49) que está dispuesto para estar en comunicación fluídica con el limitador de flujo (43); y

en el que el componente de interfaz (40) comprende asimismo una o más salidas (45), estando cada una de dichas salidas (45) dispuestas en comunicación fluídica con un respectivo elemento (41), de manera que el fluido pueda fluir desde el elemento (41) fuera del componente de interfaz (40) a través de dicha una o más salidas (45); y en el que cada una de dicha una o más salidas (45) puede estar dispuesta selectivamente de manera que esté en comunicación fluídica con un respectivo depósito (105, 106, 107, 108) de un dispositivo microfluídico (1), caracterizado por que el componente de interfaz (40) comprende asimismo uno o más conjuntos magnéticos, comprendiendo cada uno de los conjuntos magnéticos:

un émbolo, que presenta un vástago en el que un extremo del vástago está conectado a un medio para generar un campo magnético;

unos medios de precarga que precargan el vástago en una primera dirección; y

un electroimán, que coopera con el vástago, de manera que el funcionamiento de dicho electroimán fuerce al vástago a moverse en un segundo sentido opuesto, contra la fuerza de precarga de los medios de precarga.

2. Componente de interfaz de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende asimismo una plataforma sobre la cual están soportados dicho uno o más conjuntos magnéticos y sobre la cual están soportados dicho uno o más elementos; y en el que dicho uno o más conjuntos magnéticos están configurados de manera que cuando el vástago se mueve en la segunda dirección, los medios para generar un campo magnético se mueven en una dirección alejada de la plataforma, y cuando el vástago se mueve en una primera dirección los medios para generar un campo magnético se mueven en una dirección hacia la plataforma.

3. Componente de interfaz según la reivindicación 1 o 2, en el que el componente de interfaz comprende una pluralidad de conjuntos magnéticos dispuestos en una fila sobre la plataforma y una pluralidad de elementos están situados sobre un lado de la fila y una pluralidad de elementos están situados sobre el otro lado de dicha fila.

4. Componente de interfaz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios para generar un campo magnético comprenden un imán permanente que presenta una sección transversal estrechada.

5. Componente de interfaz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el limitador de flujo comprende:

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

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 están conectados de manera fluídica; y

un elemento capilar que comprende un canal intermedio que está situado entre los elementos de entrada y salida; y en el que el canal intermedio está en comunicación fluídica con el canal de entrada y el canal de salida; y en el que el canal intermedio presenta unas dimensiones menores que las dimensiones de los canales de entrada y salida.

6. Componente de interfaz según la reivindicación 5, en el que el limitador de flujo comprende un elemento macho y un elemento hembra que están configurados de manera que cooperen mecánicamente entre sí, de manera que los elementos macho y hembra puedan estar fijados juntos;

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

en el que el elemento macho y el hembra presentan cada uno de ellos un bolsillo que recibe una parte del elemento capilar de manera que una parte del elemento capilar esté contenida dentro del bolsillo en el elemento macho y otra parte del elemento capilar esté contenida dentro del bolsillo del elemento hembra.

7. Componente de interfaz según la reivindicación 6, en el que por lo menos 0,5 mm de la longitud del elemento capilar se extiende fuera del bolsillo del elemento macho.

8. Componente de interfaz según la reivindicación 6 o 7 que comprende asimismo una junta tórica situada en una interfaz entre los elementos macho y hembra.

9. Componente de interfaz según la reivindicación 8, en el que el elemento capilar se extiende a través de la junta tórica.

10. Componente de interfaz según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un conjunto limitador de flujo que comprende:

un elemento macho que comprende un canal, y que presenta asimismo un bolsillo definido en el mismo; y un elemento hembra que presenta un canal definido en el mismo y que presenta asimismo un bolsillo definido en el mismo;

en el que el elemento macho y el elemento hembra pueden cooperar mecánicamente de manera que los bolsillos en cada elemento se alineen para definir un volumen que puede recibir un elemento capilar;

una pluralidad de elementos capilares, presentando cada uno de ellos un canal intermedio definido en el mismo; en el que la longitud de cada uno de entre dichos elementos capilares es diferente, de manera que las longitudes de sus respectivos canales intermedios sean diferentes; y en el que cada uno de los elementos capilares están dimensionados de manera que puedan estar totalmente contenidos dentro del volumen definido por los bolsillos en los elementos macho y hembra.

11. Conjunto que comprende:

un dispositivo microfluídico que presenta una pluralidad de depósitos; y

un componente de interfaz según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10;

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

12. Conjunto según la reivindicación 11 que comprende asimismo:

un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo, y

un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo; y

en el que el componente de interfaz comprende una fila de conjuntos magnéticos y elementos situados en los lados opuestos de la fila de conjuntos magnéticos; y

en el que los elementos situados en un lado de la fila están conectados de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo, y los elementos que están situados en el otro lado opuesto de la fila están conectados de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo.

13. Conjunto según la reivindicación 11 o 12, en el que cada una de entre dicha una o más salidas del componente de interfaz están dispuestas de manera que estén en comunicación fluídica con un respectivo depósito de un dispositivo microfluídico.

14. Conjunto según la reivindicación 13, en el que

por lo menos una primera salida está en comunicación fluídica con un depósito de suministro de muestra, y un elemento que está en comunicación fluídica con dicha primera salida está conectado de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo;

por lo menos una segunda salida está en comunicación fluídica con un depósito de fuente tampón y un elemento que está en comunicación fluídica con dicha segunda salida está conectado de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire positivo;

por lo menos una tercera salida está en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de muestra, y un elemento que está en comunicación fluídica con dicha tercera salida está conectado de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo;

por lo menos una cuarta salida está en comunicación fluídica con un depósito de drenaje de tampón y un elemento que está en comunicación fluídica con dicha cuarta salida está conectado de manera fluídica a un sistema neumático que puede funcionar para proporcionar un flujo de aire negativo.

Fig. 1b

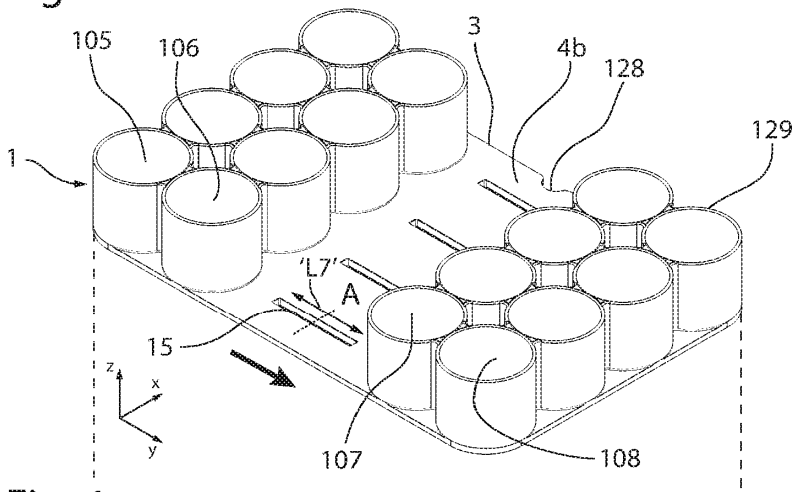

105
106
3
4b
128
129
1
'L7'
A
15
z
x
y
107
108

Fig. 1a

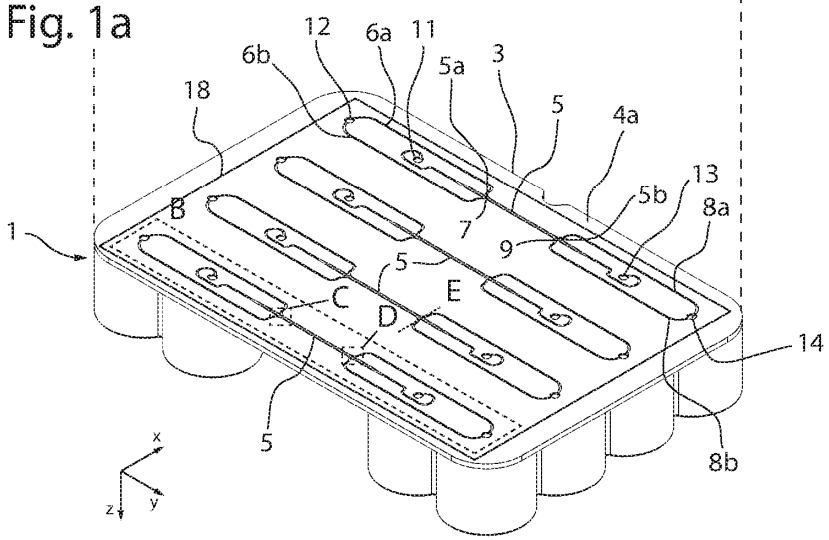

12
6a
11
6b
5a
3
18
5
4a
13
5b
8a
B
1
7
9
5
C
E
D
14
5
8b
x
z
y

Fig. 1c

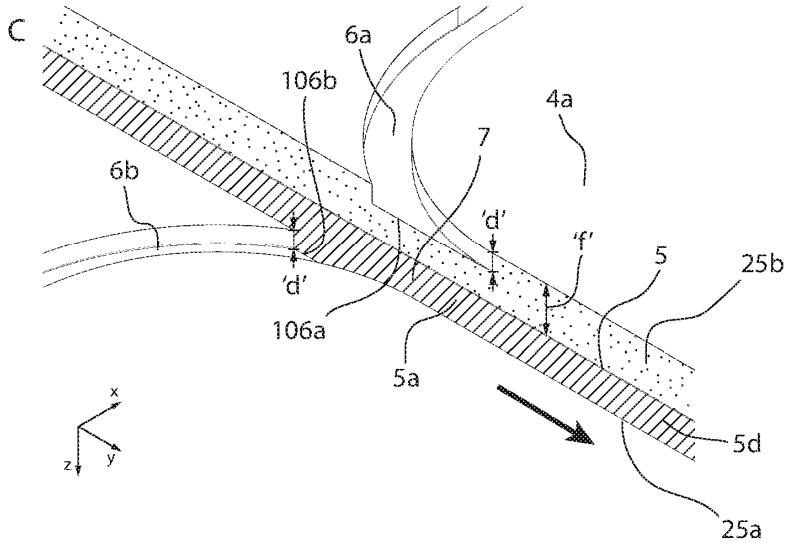

C
6a
106b
4a
7
6b
'd'
'f'
5
25b
'd'
106a
5a
x
z
y
5d
25a

Fig. 1f

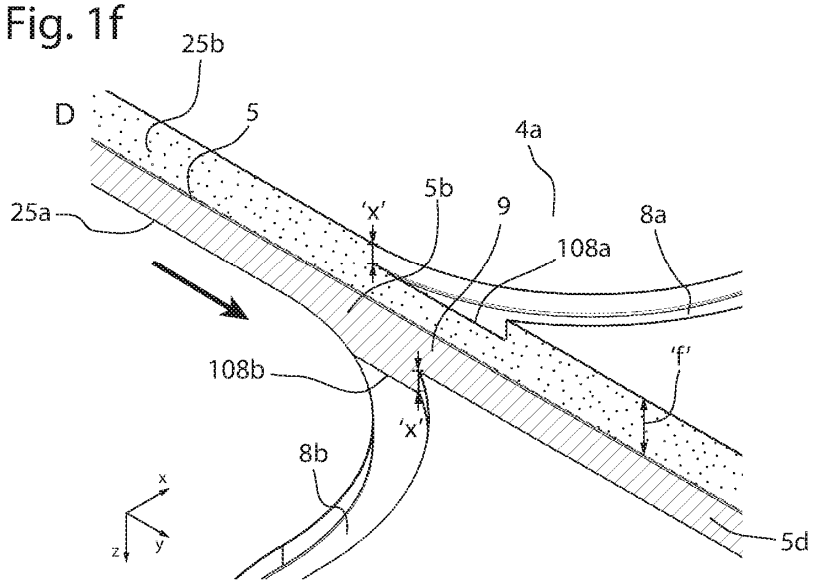
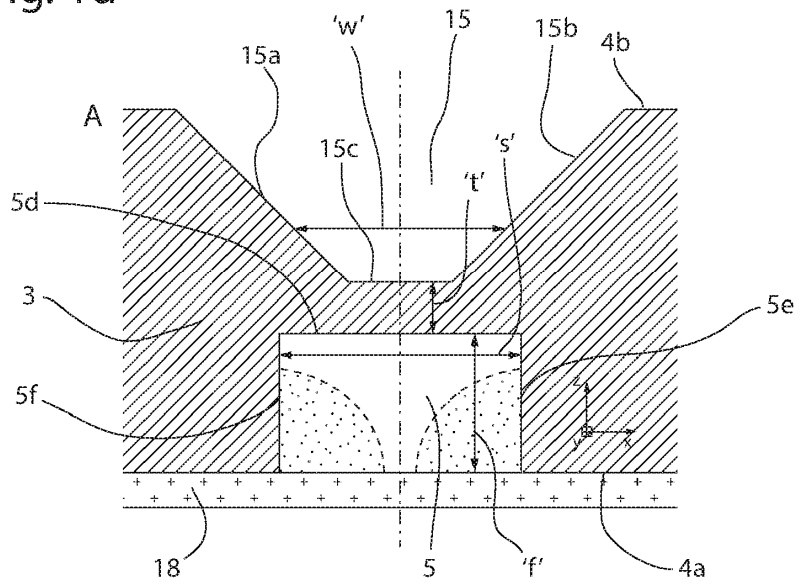

25b
D
5
4a
5b
'x'
9
8a
25a
108a
108b
'f'
'x'
8b
x
z
y
5d

Fig. 1d



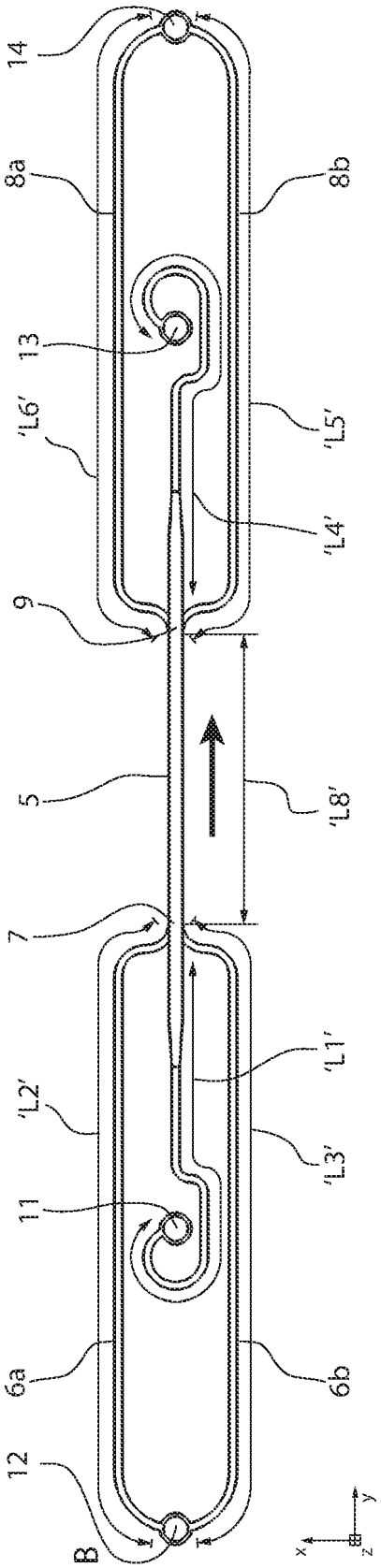


Fig. 1e

Fig. 2a

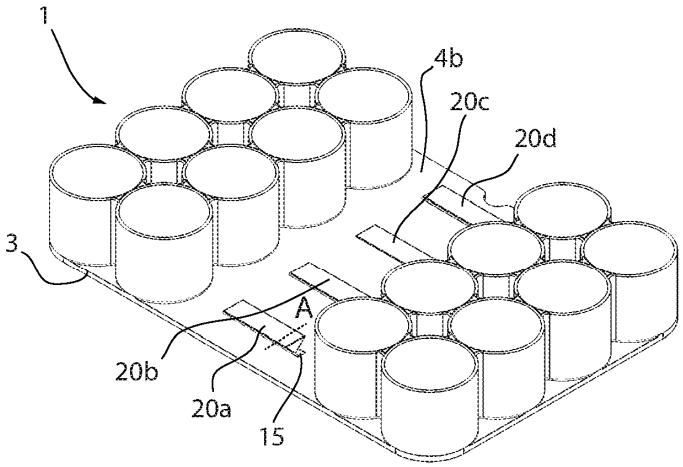


Fig. 2b

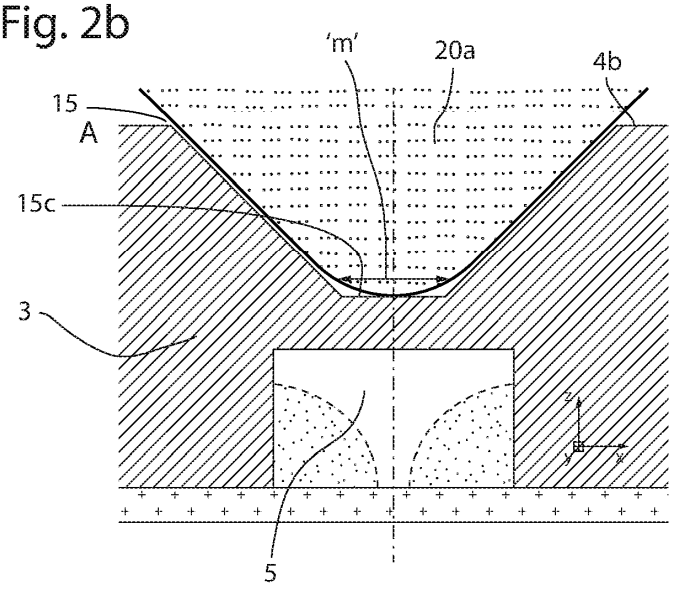


Fig. 3a

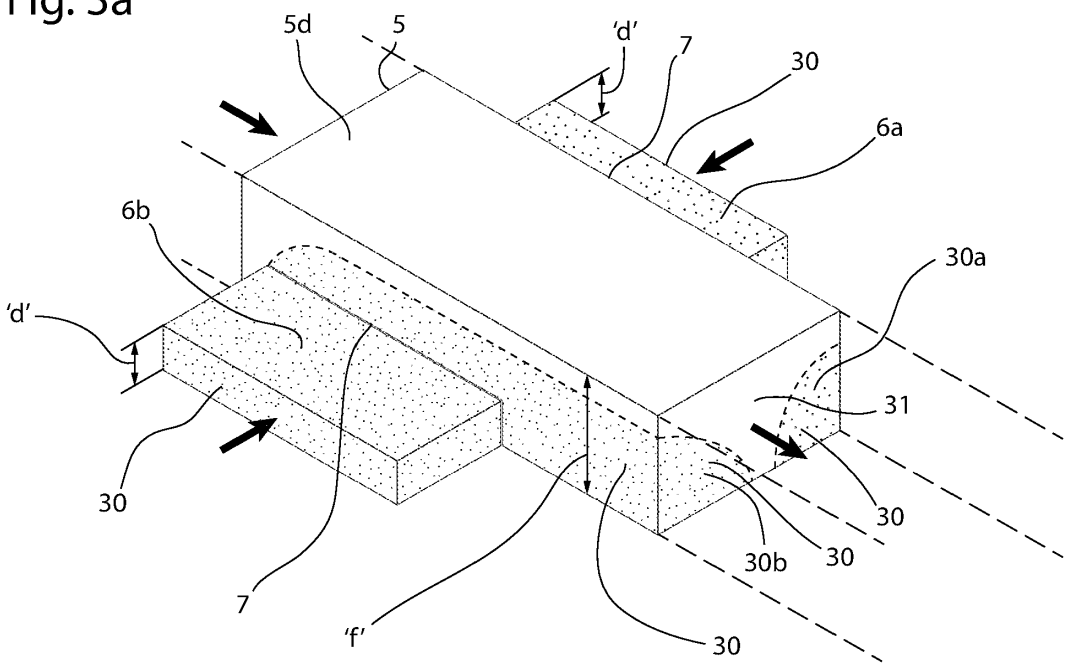

5d
5
'd'
7
30
6a
6b
'd'
30a
31
30
30
30b
30
7
'f'
30

Fig. 3b

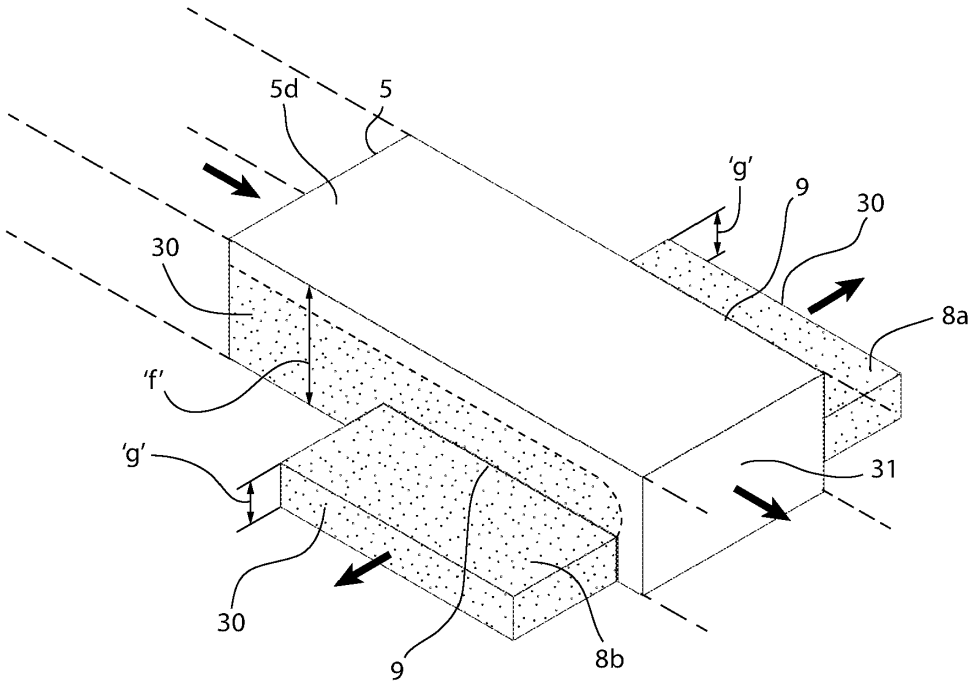

5d
5
'g'
9
30
30
8a
'f'
'g'
31
30
9
8b

Fig. 4a

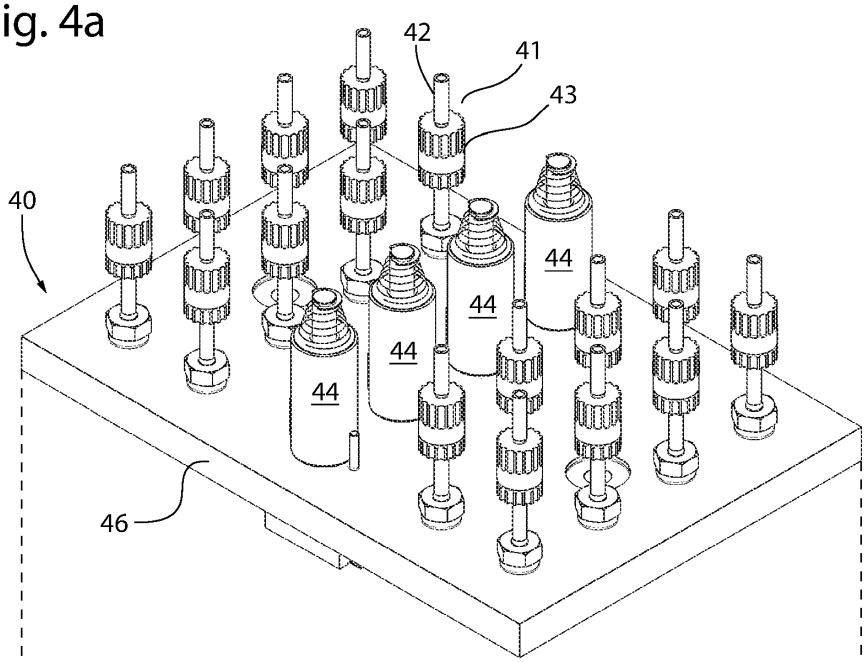

42
41
43
40
44
44
44
44
46

Fig. 4b

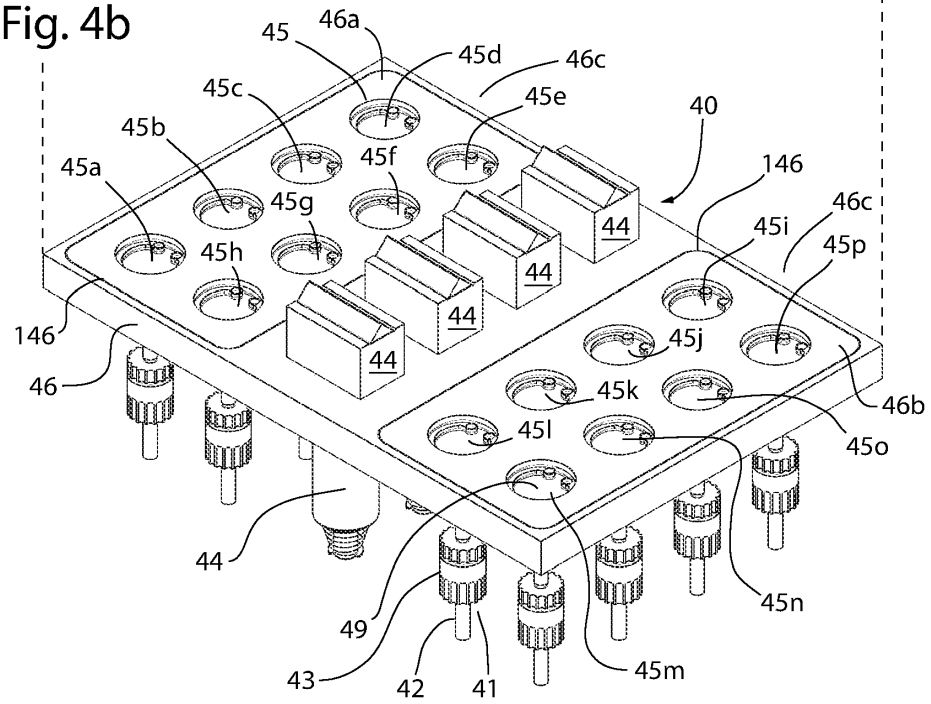

45
46a
45d
46c
45c
45e
40
45b
45f
146
45a
45g
46c
45i
45p
45h
44
44
44
44
146
45j
46
45k
46b
45l
45o
44
45n
49
43
42
41
45m

Fig. 5a

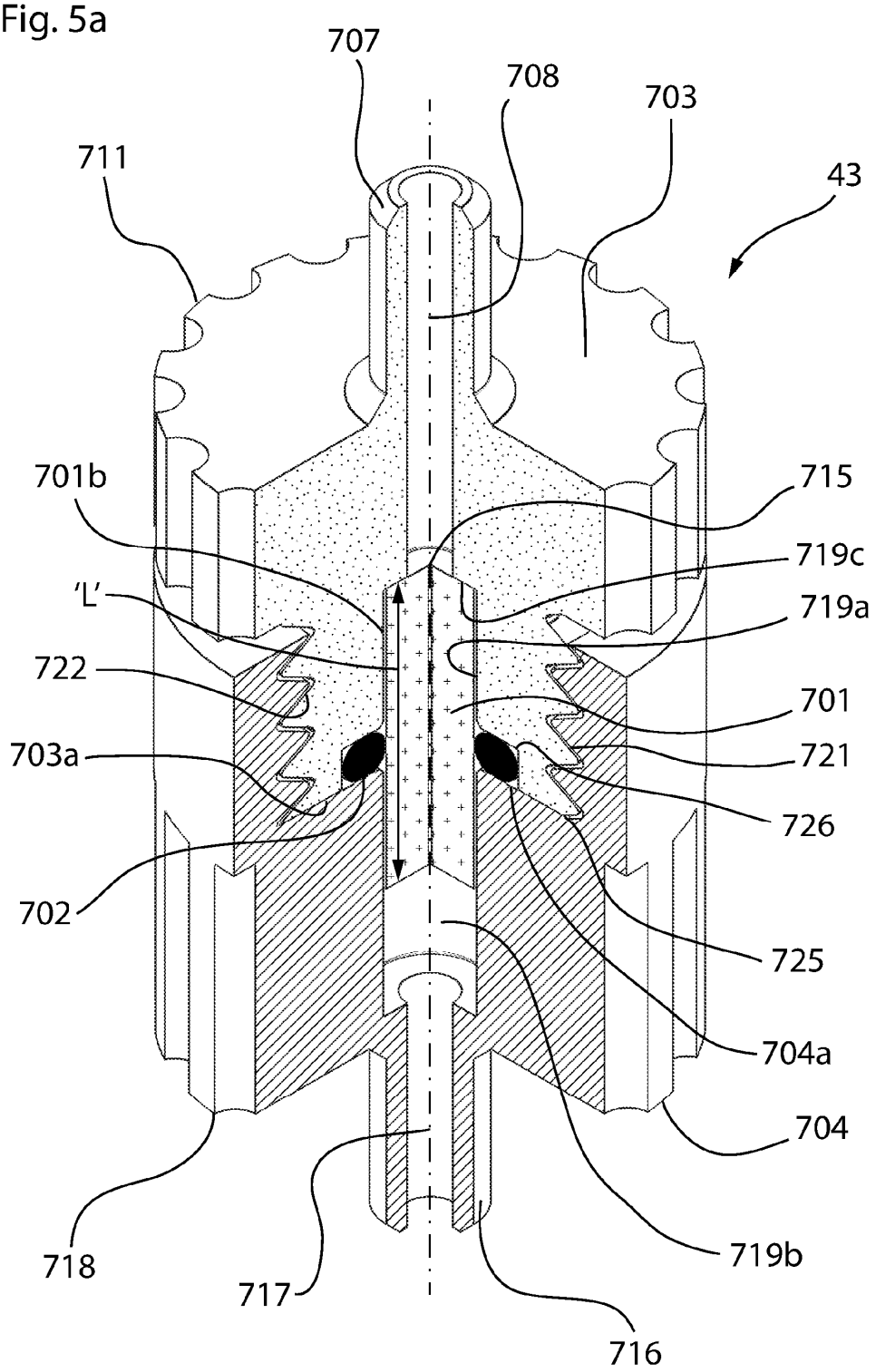

707
708
703
711
43
701b
715
719c
'L'
719a
722
701
703a
721
726
702
725
704a
704
718
719b
717
716

Fig. 5b

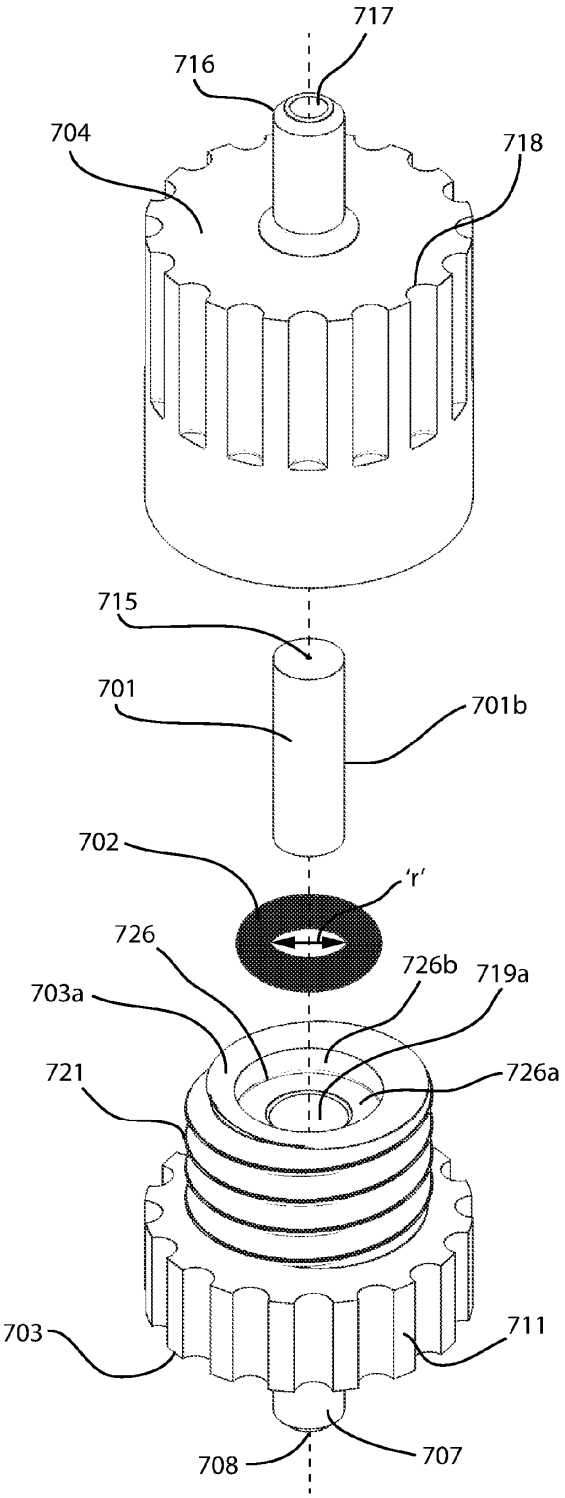

717
716
704
718
715
701
701b
702
'r'
726
726b
719a
703a
721
726a
703
711
708
707

Fig. 6c

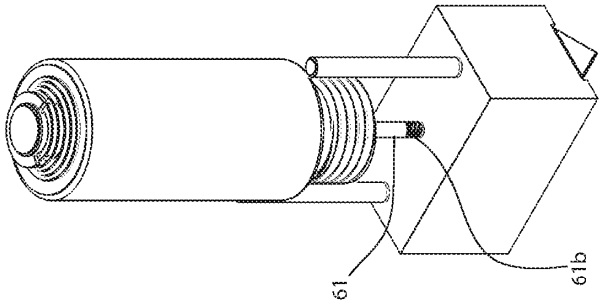


Fig. 6b

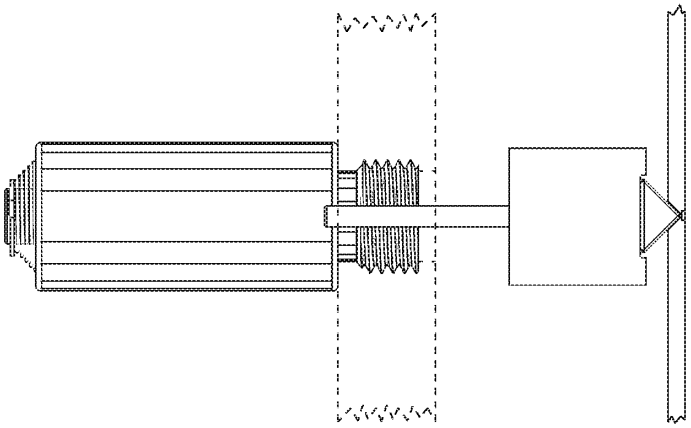


Fig. 6a

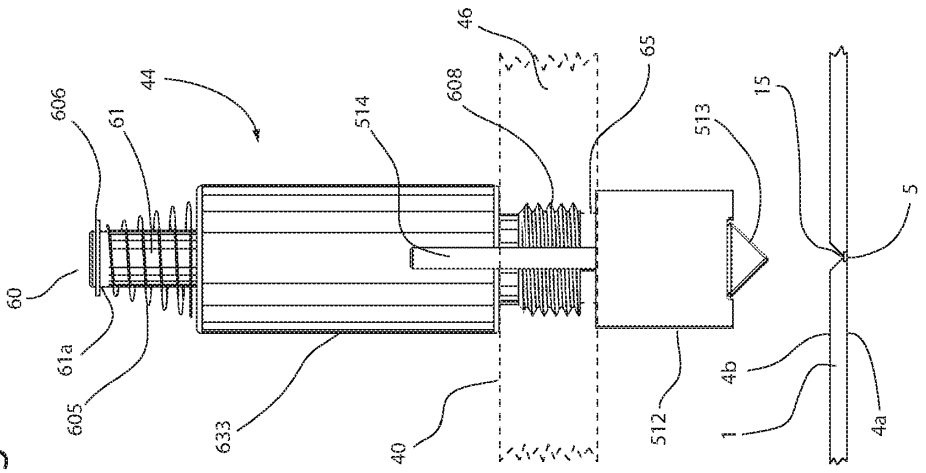
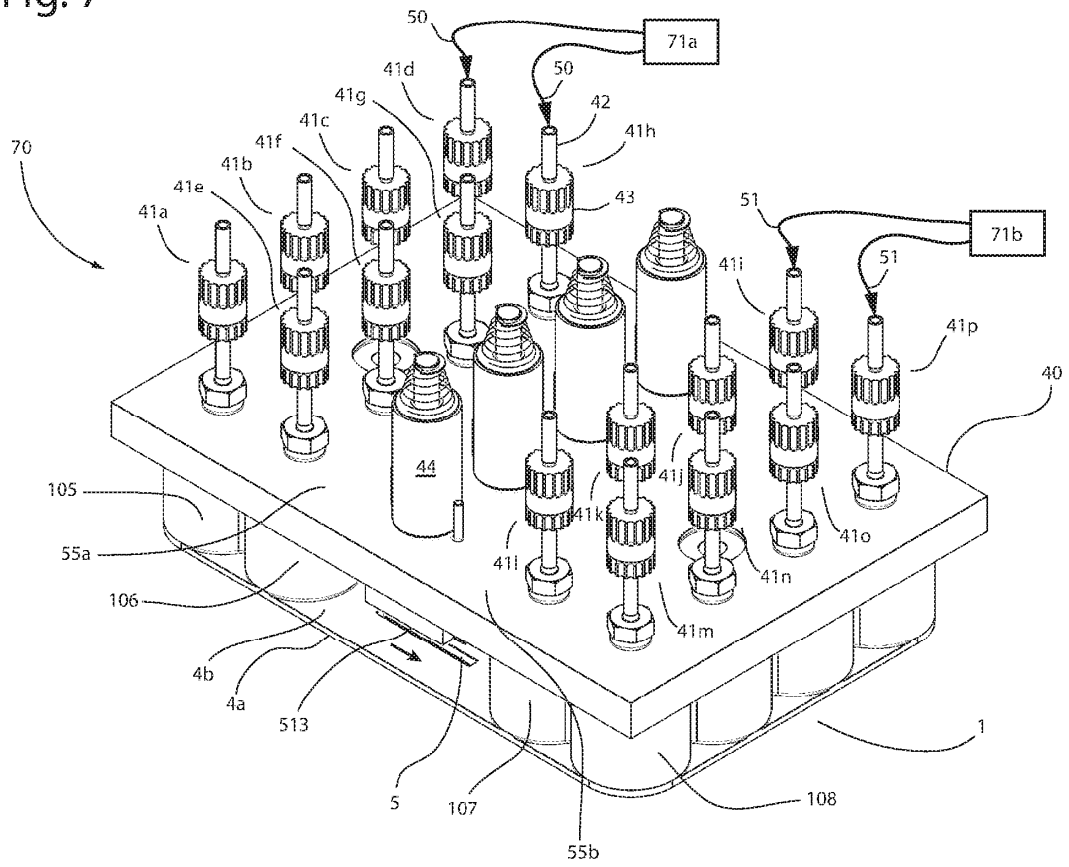


Fig. 7


50
71a
50
41d
42
41g
41h
41c
41f
70
41b
41e
43
41a
51
71b
41i
51
41p
40
44
41j
105
41k
41o
55a
41l
41n
106
41m
4b
4a
513
1
5
107
108
55b