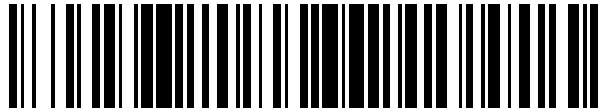


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 893**

51 Int. Cl.:

G01N 1/20 (2006.01)

G01N 21/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2012 E 12741034 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015 EP 2710346**

54 Título: **Dispositivo microfluídico para analizar un fluido bajo presión**

30 Prioridad:

13.10.2011 FR 1159278

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

15.06.2015

73 Titular/es:

**CHAMBRE DE COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE
DE PARIS AU TITRE DE SON ETABLISSEMENT
D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ESIEE PARIS
(50.0%)
2 Boulevard Blaise Pascal
93162 Noisy le Grand, FR y
EFS SA (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ANGELESCU, DAN, EUGEN y
FREYERMUTH, PIERRE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 537 893 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo microfluídico para analizar un fluido bajo presión

5 La presente invención se refiere a un captador microfluídico para analizar un fluido presente dentro de un conducto bajo presión.

10 Encuentra aplicación particularmente interesante dentro del ámbito de la supervisión y del análisis en continuo de la calidad del agua potable en redes de distribución, en fábricas de tratamiento del agua o en máquinas o instrumentos utilizados para el tratamiento y la purificación del agua. Pero la presente invención es de un marco más amplio porque se puede aplicar a la medida de diferentes parámetros físicos o electroquímicos de un fluido presente dentro de un conducto bajo presión.

15 El control de la calidad del agua en línea se ha convertido en un aspecto muy importante tanto para la seguridad como por razones de salud y se dirigen esfuerzos múltiples en el sentido de la creación de aparatos que puedan proporcionar acceso en tiempo real a datos sobre la calidad del agua. La industria del agua generalmente está sometida a presiones sobre los costes: los dispositivos de control deben ser relativamente poco costosos de fabricar, su mantenimiento no debe implicar tareas demasiado intensas para el personal y debe ser reducido al mínimo. Naturalmente se privilegian las soluciones de captadores que puedan ser supervisadas a un coste menor, de preferencia utilizando tecnologías sin hilo a distancia. El mantenimiento se debe efectuar en momentos separados, los captadores por lo tanto deben ser autónomos durante largos periodos de tiempo, lo que reduce automáticamente el número de tecnologías de detección disponibles.

25 Un aspecto crítico del control en línea de la calidad del agua implica medidas de concentración del cloro. El cloro se utiliza por todo el mundo como un purificador del agua y un desinfectante para prevenir la propagación de enfermedades hídricas y su control a la vez en las fábricas de tratamiento del agua y en diferentes puntos dentro de la red de distribución del agua es muy importante para asegurar, por una parte, que el agua distribuida tiene una calidad elevada y constante y, por otra parte, ser capaces de detectar las fuentes posibles de contaminación de la red del agua. La concentración de cloro, aunque está reconocida como el parámetro de calidad del agua más pertinente, no se controla utilizando los mismos procedimientos en todas partes. En particular, existen países en donde la reglamentación exige que el contenido de cloro total esté controlado, lo que incluye a la vez el cloro libre y el cloro que ya ha reaccionado con los compuestos orgánicos en una reacción de oxidación y existen países en donde solamente debe ser señalado el contenido de cloro libre (o disponible). Un captador para el control en línea de la concentración de cloro tiene por consiguiente la necesidad de detectar los dos tipos de cloro si se tiene que desplegar en el mundo entero.

40 Se conoce el documento US7799278 o el documento US6007235A que describen un captador que comprende una caja sumergible y un sustrato en parte en el exterior de la caja para recuperar el fluido que se va a analizar y transferirlo hacia un medio de análisis que se encuentra en el interior de la caja. En el documento US7799278, la caja está completamente sumergida dentro del fluido que se va a medir. Por lo menos un reactivo está a la misma presión que el fluido que se va a analizar. En un caso, está prevista una bomba para circular el fluido del sustrato hacia la caja. Los orificios de entrada y de salida están a la misma presión. En el documento US6007235A, el captador comprende un canal de separación previa para separar previamente una cantidad de fluido dentro del conducto. El sistema propuesto en este documento o en US7799278 o US6007235A es voluminoso, permanece muy invasivo e implica numerosos esfuerzos de estanqueidad porque es completamente sumergible.

La presente invención tiene por objetivo un captador microfluídico dotado de una gran autonomía.

50 Otro objetivo de la invención es un captador microfluídico económico en consumo de reactivo.

La invención tiene todavía por objetivo un captador poco invasivo con un alto nivel de seguridad.

55 Se logra por lo menos uno de los objetivos anteriormente citados con un dispositivo microfluídico para analizar un fluido presente dentro de un conducto bajo una primera presión. Este dispositivo comprende:

- un mezclador para mezclar una cantidad de fluido que proviene del conducto con por lo menos una cantidad de reactivo que proviene de por lo menos un depósito, y
- un analizador para analizar la mezcla así constituida.

60 Este dispositivo comprende además un canal de separación previa para separar previamente una cantidad de fluido dentro del conducto, para alimentar el mezclador y para someter bajo presión dicho por lo menos un depósito. De forma ventajosa, un orificio de salida del analizador está sometido a una segunda presión inferior a la primera presión dentro del conducto, de forma que el fluido transite de manera pasiva desde el conducto, por una parte hacia el analizador a través del mezclador y por otra parte hacia dicho por lo menos un depósito.

El dispositivo según la invención puede constituir un captador en el cual se evita la utilización de bomba para vehicular el fluido. Se sirve ventajosamente de la diferencia de presión entre la presión dentro del conducto y la presión del orificio de salida para que el fluido sea "aspirado" naturalmente desde el conducto hacia el analizador. Se puede decir así que el dispositivo es pasivo. Consume poca energía, lo que permite un funcionamiento autónomo in situ durante un largo período. El dispositivo puede ser alimentado de corriente a través del sector o de preferencia por medio de una batería interna conectada a por lo menos el analizador y a otros órganos de accionamiento como válvulas.

En particular, un dispositivo de este tipo microfluídico comprende un depósito de reactivo químico miniaturizado. Esto permite a la vez hacer una medición fiable utilizando poco reactivo químico y no necesitando mantenimiento costoso. Este dispositivo así puede ser desplegado en lugares lejanos para efectuar una medición en continuo del cloro por ejemplo, o de otro parámetro químico. Utilizando la presión del sistema como fuente de presión para empujar el fluido dentro de los micro canales, el captador propuesto permite realizar una configuración que es intrínsecamente segura: no existe la posibilidad de contaminación de la red de agua especialmente con los reactivos químicos. En efecto, el conducto según la invención puede ser un conducto de la red de distribución de agua potable por ejemplo que esté bajo presión, el desplazamiento del fluido dentro del captador se hace gracias a la diferencia de presión entre el medio que se va a supervisar y el exterior al conducto. Este medio exterior al conducto de forma ventajosa puede ser la atmósfera ambiente; dicha segunda presión siendo entonces la presión atmosférica. Esta configuración asegura el hecho de que el reactivo químico no pueda penetrar dentro del conducto de agua y confiere así una seguridad intrínseca al captador.

El captador según la invención es además remarcable por el hecho de que se puede utilizar un único canal de separación previa para alimentar a la vez el depósito de reactivo y el mezclador. Así, estos dos componentes (depósito de reactivo y mezclador) están sometidos a una misma fuente de presión.

Según una característica ventajosa de la invención, el canal que vehicula el fluido hacia el mezclador y el canal que vehicula el reactivo del depósito hacia el mezclador, están ajustados, es decir presentan una geometría o están dimensionados de tal modo que las proporciones de mezcla entre el fluido y el reactivo del depósito están previamente determinadas.

El dimensionado de los canales permite especialmente imponer una relación de caudal entre los canales que alimentan el mezclador. Se define así con precisión la cantidad de reactivo que se va utilizar en una cantidad de fluido determinada.

Según una característica ventajosa de la invención, el dispositivo según la invención comprende por lo menos una primera válvula dentro de un canal del depósito y una segunda válvula dentro de un canal de salida que conducen hacia el orificio de salida del analizador. La primera válvula está dispuesta dentro de la vía que contiene el depósito de reactivo, más arriba o de preferencia más abajo de este depósito es decir dentro del canal que conecta el depósito al resto del dispositivo de reactivo. Cuando está dispuesta más abajo, la primera válvula se encuentra entre el depósito y el mezclador. Esta primera válvula permite bloquear la alimentación del mezclador con reactivo. En este caso, el fluido puede pasar desde el conducto a través del mezclador hasta hacia un orificio de salida a fin de realizar por ejemplo un aclarado sin reactivo.

La segunda válvula, colocada especialmente a la salida del dispositivo, permite bloquear la circulación del fluido dentro del dispositivo que permanece bajo presión.

El dispositivo según la invención puede comprender además, como complemento o independientemente de la primera y de la segunda válvula, una tercera válvula dentro del conducto de separación previa para controlar igualmente el flujo dentro del conducto de separación previa. Esta tercera válvula permite por ejemplo evitar que el dispositivo permanezca constantemente bajo la presión del conducto.

De preferencia, el analizador es una célula óptica. Otros tipos de analizadores pueden ser utilizados en lugar o como complemento de la célula óptica.

Se puede utilizar además un caudalómetro, un captador electroquímico, un captador mecánico del tipo MEMS ("sistema micro electromecánico"), un captador de conductividad dispuesto por ejemplo sobre el canal de separación previa, o cualquier otro tipo de captador o sistema de medición para el líquido en cuestión.

Utilizando una célula óptica como analizador, se utiliza el captador microfluídico descrito en la presente invención según el principio de una reacción química en particular para la medición del cloro. El fluido, tal como el agua por ejemplo, se mezcla con el reactivo químico tal como por ejemplo el dietil-p-fenilendiamina o DPD y sufre un cambio de color cuya intensidad está ligada a la concentración de cloro dentro del agua. Realizando una medición de absorción óptica dentro de un micro módulo óptico, a una longitud de onda correspondiente al máximo de absorción del DPD, se calcula una densidad óptica de la mezcla y se deduce la concentración del cloro. Existen reactivos para la medición del cloro total o sólo del cloro libre. Existen reactivos para la medición de otros parámetros químicos, como el pH, el contenido iónico, etcétera. El captador según la invención no se limita por lo tanto en modo alguno a

la medición del cloro y puede igualmente ser adaptado por una persona experta en la materia para la medición de otros parámetros químicos adaptando, sustituyendo o completando la célula óptica y los reactivos utilizados.

5 La medición del parámetro químico se puede hacer de modo continuo o por mediciones puntuales, cada medición puntual haciendo intervenir una gestión inteligente de las válvulas para alimentar el analizador, realizar la medición, aclarar y pasar a modo de reposo en donde el fluido no circule.

Según un modo de realización de la invención, la célula óptica puede comprender por lo menos:

- 10 - una fuente de luz filtrada,
- una cavidad óptica formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla, como por ejemplo una cavidad rectangular, un canal transparente, un serpentín o una cavidad de otra forma que permita a la luz atravesar un grosor conocido de líquido y
- 15 - un detector de banda ancha.

Según otro modo de realización, la célula óptica puede comprender por lo menos:

- 20 - una fuente de luz filtrada,
- medios para guiar la luz desde la fuente hacia una cavidad óptica de un chip microfluídico (como por ejemplo una cavidad rectangular, un canal transparente, un serpentín, o una cavidad de otra forma que permita a la luz atravesar un grosor conocido de líquido), esta cavidad conteniendo la mezcla,
- 25 - un detector de banda ancha, y
- medios para guiar la luz desde el chip microfluídico hacia el detector de banda ancha.

En este caso, los medios para guiar la luz pueden comprender uno o una combinación de los elementos siguientes:

- 30 - fibra óptica,
- guía de onda obtenida por micro fabricación, y
- 35 - guía de onda líquida.

Según otro modo de realización, la célula óptica puede comprender por lo menos:

- 40 - una fuente de luz de banda ancha,
- una cavidad óptica (por ejemplo una cavidad rectangular, un canal transparente, un serpentín, o una cavidad de otra forma que permita a la luz atravesar un grosor conocido de líquido), formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla, y
- 45 - un detector asociado a un filtro determinado.

Se puede así disponer diversos detectores asociados cada uno a un filtro determinado para la detección de un parámetro determinado.

50 Según todavía otro modo de realización, la célula óptica puede comprender por lo menos:

- una fuente de luz de banda ancha,
- una cavidad óptica (por ejemplo una cavidad rectangular, un canal transparente, un serpentín, o una cavidad de otra forma que permita a la luz atravesar un grosor conocido de líquido), formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla,
- 55 - un monocromador, y
- 60 - un detector de banda ancha.

En este caso, el monocromador permite seleccionar una longitud de onda específica para la medición de un parámetro determinado. Este monocromador puede ser, por ejemplo no limitativo, una red de difracción y/o una rueda de filtros.

65

Con el dispositivo según la invención, se pueden implantar de forma ventajosa diversos depósitos de reactivos asociados o no a válvulas de modo que se seleccione uno o una combinación de reactivos. Cada canal que contiene un depósito puede estar dimensionado de modo específico para imponer un caudal determinado. Cuando el dispositivo comprende diversos depósitos, pueden estar dispuestos en paralelo.

5 Según un modo de realización de la invención, dicho por lo menos un depósito de reactivo es del tipo del pistón. En este caso, el reactivo es empujado por el pistón que está empujado él mismo por el fluido que proviene directamente del canal de separación previa.

10 Según un modo de realización de la invención, dicho por lo menos un depósito de reactivo es del tipo de membrana flexible, o del tipo de bolsa flexible. De la misma manera que anteriormente, el reactivo se provee en función de la presión ejercida por el fluido que proviene del canal de separación previa.

15 De preferencia, el mezclador es un micro mezclador pasivo de modo que no está alimentado de corriente y por lo tanto no consume energía. Existen diversos ejemplos de micro mezcladores de este tipo, por ejemplo aquellos citados en las referencias siguientes: P.-A. Aurox y otros. Anal. Chem. 74, p. 2637 (2002) o West, Becker, Tombrink y Manz, Anal. Chem. 80, 4403 (2008).

20 Según una característica ventajosa de la invención, el dispositivo puede comprender además un depósito de descarga situado en un orificio de salida del analizador. Con la utilización de los procedimientos de micro fabricación, el captador microfluídico según la invención puede comprender por lo menos un depósito de reactivos miniaturizado. Se utilizan así dosis ínfimas (que pueden ir desde algunos nl hasta una fracción de micro litro) de reactivos en cada medición, lo que proporciona al captador una autonomía importante y reduce los costes debidos al consumo de reactivos químicos. Además, con la utilización de cantidades ínfimas de reactivos y de muestras, el problema de evacuación del fluido previamente separado en el momento de la medición es mínimo: se pueden hacer mediciones durante años con un depósito de descarga de tamaño relativamente modesto.

25 De preferencia, el canal de separación previa comprende un extremo insertado dentro del conducto de manera estanca, el resto del dispositivo estando dispuesto en el exterior del conducto. Este extremo presenta un orificio que aspira fluidos bajo presión. De forma ventajosa, un filtro bajo la forma de una rejilla por ejemplo está dispuesto en este orificio para impedir que las impurezas obstruyan el canal de separación previa o el resto del captador.

30 Por supuesto, las diferentes características, formas y variantes de realización de la invención pueden estar asociadas unas con las otras según diversas combinaciones en la medida en la que no sean incompatibles o exclusivas unas de las otras.

Otras ventajas y características de la invención se pondrán de manifiesto a partir del examen de la descripción detallada de un modo de puesta en práctica en modo alguno limitativo y de los dibujos adjuntos, en los cuales:

40 la figura 1 es una vista esquemática que ilustra el principio de base de un captador microfluídico según la invención;

la figura 2 es una vista esquemática que ilustra un captador microfluídico según la invención que hace aparecer un módulo electrónico para el control de diferentes compuestos electrónicos;

45 la figura 3 es una vista esquemática que ilustra un analizador óptico utilizado en el captador microfluídico según la invención.

50 Aunque no limite la invención, se va a describir ahora un captador microfluídico para la supervisión de la calidad del agua. Para hacer esto, se separa previamente de manera pasiva una muestra de agua desde un conducto bajo presión. Se mezcla a continuación esta muestra con una cantidad ínfima de reactivo químico, la mezcla es a continuación enviada hacia un analizador óptico para la detección del cloro por ejemplo. El encaminamiento del fluido se denomina pasivo porque este fluido circula entre un conducto bajo presión hasta un orificio de salida sometido a una presión inferior a aquella del conducto, sin utilización de bombas; típicamente en la salida se trata de la presión atmosférica.

55 Un captador microfluídico puede comprender canales submilimétricos, con diámetros que van típicamente desde 10 hasta 100 micrómetros. Un captador de este tipo puede integrar diferentes tipos de accionamientos y de captadores de modo que se creen sistemas complejos de detección y de manipulación fluidica (Thorsen y otros, Science 298, 580 (2002), Psaltis y otros, Nature, 442,381(2006)). Los sistemas microfluídicos han estado utilizados recientemente en una variedad de aplicaciones, especialmente la biotecnología, la farmacia y la química analítica (Stone y Kim, AIChE Journal, vol 47, 6, 1250 (2001), Ohno Tachikawa y Manz, Electrophoresis vol 29, p.4443 (2008), West, Becker, Tombrink y Manz, Anal. Chem. 80, 4403 (2008)).

60 En la figura 1 se ve un captador microfluídico 1 conectado a un conducto 3 en el cual circula agua bajo presión de 5 bar por ejemplo. De modo general, se trata de un conducto que alimenta agua potable a viviendas. La puesta bajo presión de esta agua permite una distribución natural en los hogares.

El captador microfluídico 1 comprende un canal de separación previa 2 en el cual circula el agua que proviene del conducto 3. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, se distingue un único canal de separación previa 2 que tiene un primer extremo insertado de modo estanco a través de la pared en el interior del conducto 3. El agua separada previamente es filtrada por medio de un filtro 4 antes de penetrar dentro del captador microfluídico, este filtro siendo bajo la forma de una rejilla o de membrana porosa, dispuesto sobre el orificio en el primer extremo del canal de separación previa 2. Esto permite no obstruir los canales microfluídicos.

Este canal de separación previa 2 alimenta a continuación directamente en paralelo un mezclador pasivo M y un depósito 6. Para hacer esto, el canal 2 comprenden dos brazos, un primer brazo 2b alimentando el mezclador pasivo M, el segundo brazo 2a alimentando el depósito 6.

El depósito 6 es un depósito que encierra un reactivo químico 7 tal como DPD para la detección del cloro. Este depósito comprende un pistón o una membrana flexible o todavía un saco sellado sometido a la presión del agua que proviene del canal de separación previa 2. Con el captador microfluídico según la invención, el depósito que contiene el reactivo químico 7 y el mezclador pasivo M sufriendo una presión cuya fuente es única: el conducto 3.

El agua y el reactivo químico 7 son combinados en el seno del mezclador pasivo M. El agua para la mezcla es proporcionada directamente por el canal de separación previa 2 y el brazo 2b, mientras que el reactivo químico es proporcionada por un canal 5 dispuesto entre el depósito y el mezclador M. Este mezclador pasivo M es una estructura que asegura la mezcla de las diferentes entradas de fluido, resultando en un fluido bien mezclado a la salida. La concentración del reactivo químico 7 puede estar controlada con la ayuda de constricciones hidráulicas realizadas dentro de los canales 2b y 5, respectivamente. La viscosidad del fluido y la resistencia hidrodinámica impuesta por estas constricciones definen el caudal de los fluidos respectivos a través de los canales 2b y 5 que llevan respectivamente el agua y el reactivo químico dentro del mezclador M, el canal 2b siendo una rama del canal 2 que alimenta directamente el mezclador M. La concentración requerida del reactivo químico puede entonces ser impuesta y estar controlada por el diseño de los canales. Estas constricciones consisten en definir la geometría de los canales 2b y 5 de tal modo que la relación entre la proporción del agua y la proporción del reactivo utilizado en el momento de una medición esté previamente determinada. Estas constricciones pueden igualmente estar implantadas en el interior del mezclador M. La salida del mezclador M está conectada a un canal 8 que vehicula la mezcla 9 que es el fluido salido del mezclador entre el agua y el reactivo químico 7 dentro del mezclador. Esta mezcla 9 penetra a continuación en un analizador A previsto para detectar especialmente la presencia de cloro o de cualquier otro producto químico. Eso se puede hacer, por ejemplo, por una medición colorimétrica o espectroscópica. Es posible que el mezclador M y el analizador A estén realizados sobre el mismo sustrato microfluídico o sobre el mismo chip.

Con el captador microfluídico tal como se ilustra en la figura 1, es posible realizar mediciones en continuo in situ de modo manual o automatizado.

La salida del analizador A está conectada a un conducto 10 cuyo orificio de salida 11 está a la presión atmosférica, es decir una presión inferior a aquella presente dentro del conducto. Esta diferencia de presión permite una circulación pasiva (no impulsada por medios activos tales como una bomba) desde el canal de separación previa 2 hasta el orificio de salida 11. El agua y/o el reactivo químico circulando dentro de los canales 2, 2a, 2b, 5, 8 y 10. Estos canales se comunican directamente o indirectamente entre ellos de tal modo que se crea una "cadena" o un gradiente de presión entre el filtro 4 en el seno del conducto y el orificio de salida 11.

En la figura 2, cada elemento ya referenciado sobre la figura 1 y que juega un papel idéntico en las dos figuras vuelve a tomar la misma referencia. Se distingue un captador microfluídico que comprende más elementos del captador microfluídico representado en la figura 1. El canal de separación previa 2 alimenta el mezclador M y el depósito 6, pero alimenta igualmente diversos otros depósitos en paralelo al depósito 6. Se ve por ejemplo un depósito 12 que comprende por ejemplo un reactivo químico que puede ser idéntico o diferente del reactivo químico 7. El canal de separación previa 2 comprende un brazo complementario 15 para vehicular el agua desde el conducto 3 hacia el depósito 12. Este último se conecta a continuación al mezclador M a través de un canal 16, que puede contener constricciones que sirven para limitar y/o controlar el caudal de reactivo químico entre el depósito 12 y el mezclador M. De la misma manera que el depósito 6, el depósito 12 está igualmente bajo presión a través del canal de separación previa 2. Se pueden prever igualmente otros depósitos tales como el depósito 13 de la figura 2 igualmente alimentado con agua a través del canal de separación previa 2. Este depósito 13 puede contener un agente de limpieza tal como un ácido por ejemplo. Este ácido puede servir para una limpieza de los canales entre el mezclador y el analizador hasta el orificio de salida 11. Se puede tener igualmente una multitud de depósitos 13 dispuestos en paralelo, que alimenten el mezclador M de manera independiente.

Los dos depósitos representados 12 y 13 están conectados de modo independiente al mezclador M, la presión de estos depósitos estando establecida por el canal 15 conectado directamente al conducto 2. Por el contrario, se puede prever otro depósito 14 alimentado directamente por el canal de separación previa 2 y dispuesto en paralelo al depósito 6, pero no alimentando independientemente (de modo autónomo) el mezclador M. En este modo de realización, el depósito 14 alimenta el conducto 5 dispuesto entre el depósito 6 y el mezclador M. El depósito 14

puede contener un reactivo químico idéntico o diferente del reactivo químico 7 contenido dentro del depósito 6. Se puede tener igualmente una multitud de depósitos 6 dispuestos en paralelo, que alimenten el mezclador M a través de un mismo conducto 5.

5 Los depósitos adicionales 12, 13 y 14 son opcionales y pueden ser contemplados de modo individual o en combinación unos con los otros. Los canales que conectan estos depósitos al mezclador M igualmente pueden estar dimensionados de modo que se determinen previamente las proporciones de la mezcla.

10 Según otro modo de realización ventajosa de la invención, se prevé una puesta bajo presión independiente del fluido del conducto de uno o varios depósitos adicionales 12, 13 o 14. Para hacer esto, una puesta bajo presión independiente consiste en conectar directamente el depósito adicional al conducto 3 por medio de otro canal de separación previa diferente del canal de separación previa 2. Por ejemplo, el depósito 12 y/o el depósito 13 pueden ser alimentados directamente, de modo independiente, por el conducto 3 como se representa por los canales 27 y 28 en líneas de puntos en la figura 2. Los dos depósitos 12 y 13 están conectados entonces de modo independiente al mezclador M, la presión de estos depósitos estando establecida directamente por el conducto 3.

15 En la figura 2 se distingue un depósito opcional de descarga 17 en el cual se vierte la mezcla utilizada para la detección del cloro. Este depósito de descarga recoge igualmente un fluido eventual utilizado para la limpieza de los canales. En razón de la naturaleza microfluidica del captador según la invención, los volúmenes de reactivos y de muestra del agua son muy pequeños y el funcionamiento autónomo puede así estar asegurado para largos periodos.

20 El dispositivo de la figura 2 es ideal para un funcionamiento autónomo y automático. Se distingue un módulo de gestión 18 que comprende una alimentación bajo la forma de una batería B especialmente (opcionalmente, el módulo de gestión puede ser alimentado por una fuente de energía eléctrica externa) y un conjunto de tratamiento U equipado con medios materiales y programas configurados para accionar los diferentes componentes electromecánicos del captador microfluidico. Estos medios de programas y materiales pueden comprender un microprocesador y/o un micro control. En particular el módulo de gestión 18 controla el analizador óptico A así como las micro válvulas 19, 20 y 21 dispuestas respectivamente sobre los canales entre el mezclador M y los depósitos 6, 12 y 13. Una micro válvula 22 igualmente está dispuesta sobre el canal de salida 10.

25 Una medición se puede realizar de la manera siguiente. Se abren las válvulas 19 y 22 de modo que el agua que proviene del conducto a través del canal de separación previa 2 alimente el depósito 6 que empuja el reactivo 7 hacia el mezclador M. El agua penetra igualmente dentro del mezclador M directamente a través del canal de separación previa 2b. La mezcla así realizada alimenta el analizador A. Se puede a continuación volver a cerrar la válvula 22 de modo que se realice una medición estática, este funcionamiento conviene a los reactivos químicos que necesitan un tiempo de reacción más largo. Si la válvula 22 permanece abierta, se realiza entonces una medición cuando la mezcla circula dentro del analizador A. Al final de la medición, se pueden volver a cerrar las válvulas 19 y 22 a la espera de una medición posterior. Se puede prever igualmente una limpieza del mezclador M al final de la medición o en otro momento. Para hacer esto, se abre la válvula 22 si está cerrada o se la mantiene abierta si está abierta, cerrando la válvula 19. En este caso, el agua circula desde el canal de separación previa 2 hasta el orificio de salida 11 a través del mezclador M y el analizador A. Se deja derramar un tiempo suficientemente largo para que todo el residuo del reactivo utilizado anteriormente se evacúa. Se cierra a continuación la válvula 22 para volver a un estado inicial.

30 45 Durante la medición, se puede eventualmente abrir la válvula 20 para añadir otro reactivo.

Durante la limpieza, se puede eventualmente abrir la válvula 21 para introducir un agente de limpieza.

50 Se puede prever igualmente una válvula (no representada) dispuesta sobre el canal de extracción previa 2 dentro de uno de los brazos que alimentan directamente el mezclador M o uno de los depósitos de agua.

55 Cuando se ha realizado una medición, se puede hacer una copia de seguridad del resultado en el interior en el seno del módulo de gestión 18 y/o transmitirlo por una conexión con hilos y/o sin hilos a un receptor distante no representado. El conjunto de tratamiento U integra por lo tanto medios de comunicación a distancia. El conector 23 puede comprender una antena para una comunicación sin hilos y/o un conector de contacto que permita transferir datos a un aparato externo.

60 En la figura 3, se distingue un analizador óptico constituido por una fuente de luz 24, un serpentín 25 lleno de mezcla salida del mezclador M y un detector óptico 26. El serpentín 25 ventajosamente está realizado dentro de la continuidad del micro canal 8. En lugar del serpentín 25 se puede imaginar cualquier otra cavidad óptica, de forma rectangular por ejemplo. La fuente de luz y el detector pueden comprender filtros ópticos que limiten el espectro de la luz transmitida a ciertas zonas de interés del espectro óptico. Típicamente, estos filtros ópticos limitan la longitud de onda de la luz a longitudes de onda en donde el reactivo químico (DPD para cloro por ejemplo, absorbe el máximo. Otros filtros ópticos pueden ser utilizados para mediciones de referencia a longitudes de onda diferentes. Estas mediciones de referencia pueden servir para eliminar la degradación de la respuesta del captador debido a los cambios posibles dentro del camino óptico, o a la difusión de la luz por burbujas y/o partículas.

5 El analizador óptico igualmente puede comprender otros elementos ópticos, tales como lentes que permitan una buena colimación de la luz que proviene de la fuente de luz. Las fuentes de luz típicas producen un cono de luz. Cada vez que un cono de luz de este tipo atraviesa una estructura estrecha tal como un micro canal, la mayor parte de la luz impacta con las paredes y es difundida o absorbida. Pueden ser utilizados elementos ópticos para asegurar que la luz atraviese efectivamente la parte del canal que contiene el fluido que se va a medir. Estos elementos ópticos (como por ejemplo no limitativo lentes, diafragmas, redes de difracción, espejos del tipo Bragg) pueden estar contruidos directamente sobre el chip, utilizando técnicas de micro fabricación, o pueden comprender elementos exteriores tales como lentillas esféricas, fibras de lentillas, redes de difracción, etcétera.

10 El captador microfluídico según la invención puede igualmente comprender otros tipos de analizadores para efectuar mediciones sobre la muestra de agua. Éstas pueden comprender a título de ejemplo no limitativo mediciones de conductividad eléctrica, mediciones amperimétricas, etcétera.

15 Las ventajas del captador microfluídico según la invención son numerosas, se pueden citar especialmente:

- tamaño reducido,
- medición fiable y normalizada,
- 20 - poco consumo de reactivos, coste de utilización reducido y una autonomía muy grande,
- mantenimiento limitado,
- 25 - poco de calibrado ya que la medición está normalizada,
- puede ser desplegado en lugares alejados para efectuar con total autonomía mediciones químicas en continuo durante periodos muy largos, y
- 30 - configuración intrínsecamente segura.

Por supuesto, la invención no está limitada a los ejemplos que acaban de ser descritos y numerosas disposiciones pueden ser aportadas a estos ejemplos sin por ello salirse del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo microfluídico para analizar un fluido presente dentro de un conducto (3) bajo una primera presión, que comprende:
- un mezclador (M) para mezclar una cantidad de fluido que proviene del conducto (3) con por lo menos una cantidad de reactivo (7) que proviene de por lo menos un depósito (6),
 - un analizador (A) para analizar la mezcla así constituida, el dispositivo microfluídico comprendiendo además un canal (2) de separación previa para separar previamente una cantidad de fluido dentro del conducto (3), para alimentar el mezclador (M) y para poner bajo presión dicho por lo menos un depósito (6) que empuja el reactivo (7) hacia el mezclado (M);
- el dispositivo microfluídico estando caracterizado por que un orificio de salida (11) del analizador (A) está sometido a una segunda presión inferior a la primera presión dentro del conducto, de modo que el fluido transite de manera pasiva desde el conducto (3), por una parte hacia el analizador (A) a través del mezclador (M) y por otra parte hacia dicho por lo menos un depósito (6); el depósito (6) conteniendo el reactivo (7) y el mezclador (M) sufriendo una presión cuya fuente es única, esta fuente siendo el conducto (3).
2. Dispositivo según la reivindicación 1 caracterizado por que el canal (2b) que vehicula el fluido hacia el mezclador (M) y el canal (2a) que vehicula el reactivo (7) del recipiente hacia mezclador, están conformados de tal modo que las proporciones de mezcla entre el fluido y el reactivo del depósito están determinadas previamente.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 o 2 caracterizado por que comprende por lo menos una primera válvula (19) dentro de un canal (5) del depósito y una segunda válvula (22) dentro de un canal (10) de salida que conduce hacia el orificio de salida del analizador.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende además una tercera válvula dentro del conducto (2) de separación previa para controlar el flujo dentro del conducto de separación previa.
5. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el analizador (A) es una célula óptica.
6. Dispositivo según la reivindicación 5 caracterizado por que la célula óptica comprende por lo menos una fuente (24) de luz filtrada, una cavidad óptica formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla y un detector (26) de banda ancha.
7. Dispositivo según la reivindicación 5 caracterizado por que la célula óptica comprende por lo menos:
- una fuente (24) de luz filtrada,
 - medios para guiar la luz desde la fuente hacia una cavidad óptica de un chip microfluídico, esta cavidad conteniendo la mezcla,
 - un detector (26) de banda ancha, y
 - medios para guiar la luz desde el chip microfluídico hacia el detector de banda ancha.
8. Dispositivo según la reivindicación 7 caracterizado por que los medios para guiar la luz comprenden uno o una combinación de los elementos siguientes:
- fibra óptica,
 - guía de onda obtenida por micro fabricación, y
 - guía de onda líquida.
9. Dispositivo según la reivindicación 5 caracterizado por que la célula óptica comprende por lo menos:
- una fuente de luz de banda ancha,
 - una cavidad óptica formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla, y
 - un detector asociado a un filtro determinado.

10. Dispositivo según la reivindicación 5 caracterizado por que la célula óptica comprende por lo menos:
- 5 - una fuente de luz de banda ancha,
 - una cavidad óptica formada a partir de un material transparente y que vehicula la mezcla,
 - un monocromador, y
 - 10 - un detector de banda ancha.
11. Dispositivo según la reivindicación 10 caracterizado por que el monocromador es una red de difracción y/o una rueda de filtros.
- 15 12. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que dicho por lo menos un depósito (6) de reactivo es del tipo de pistón.
- 20 13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 caracterizado por que dicho por lo menos un depósito de reactivo es del tipo de membrana flexible.
14. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 caracterizado por que dicho por lo menos un depósito (6) de reactivo es del tipo de bolsa flexible de reactivo.
- 25 15. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el mezclador (M) es un micro mezclador pasivo.
16. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que comprende además un depósito (17) de descarga situado en un orificio de salida del analizador.
- 30 17. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que la segunda presión está a la presión atmosférica.
- 35 18. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado por que el canal (2) de separación previa comprende un extremo insertado dentro del conducto de manera estanca, el resto del dispositivo estando dispuesto en el exterior del conducto.

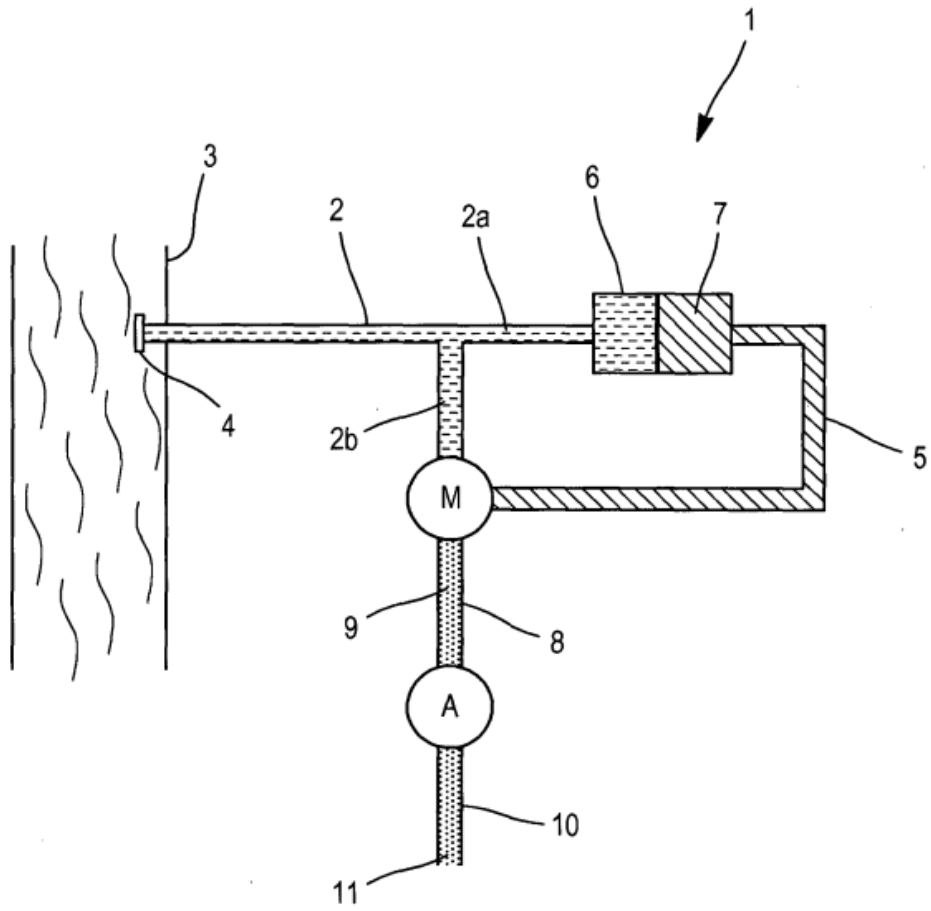


FIG. 1

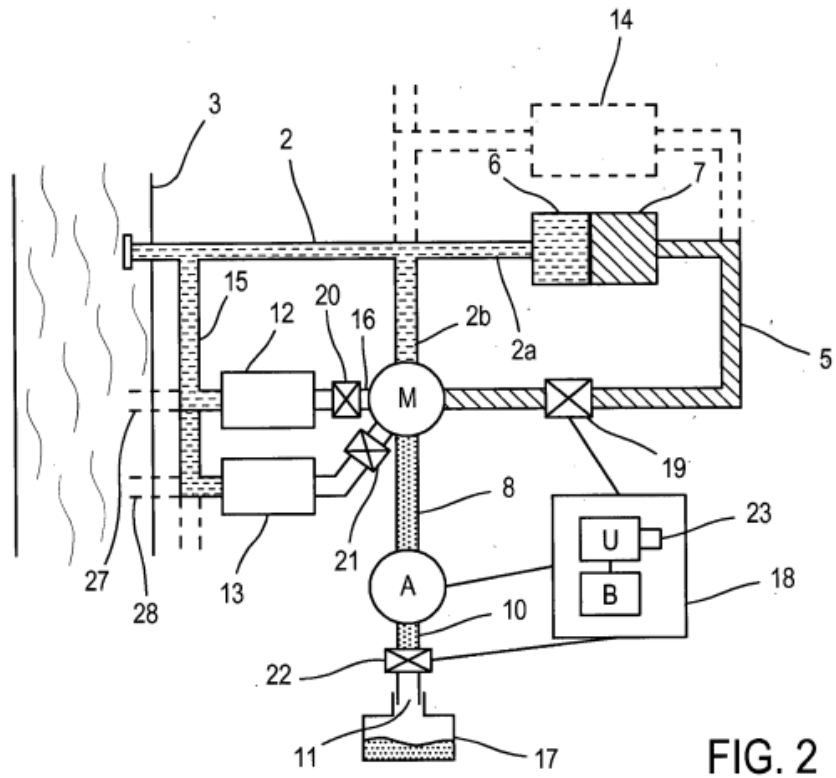


FIG. 2

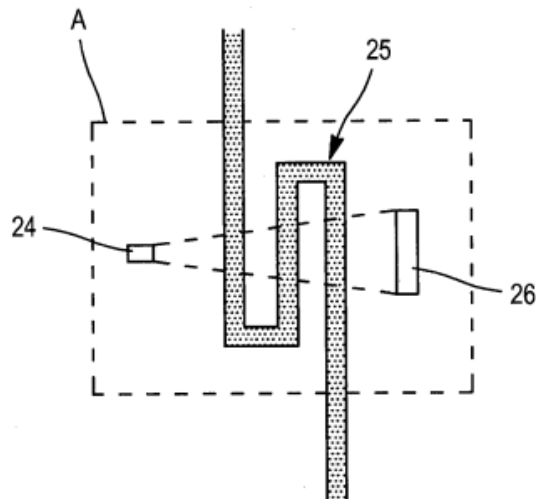


FIG. 3