



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



① Número de publicación: **2 158 808**

② Número de solicitud: 009902277

⑤ Int. Cl.⁷: B01L 3/00

G01N 35/00

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **15.10.1999**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.09.2001**

Fecha de concesión: **14.02.2002**

⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **01.04.2002**

⑤ Fecha de publicación del folleto de patente:
01.04.2002

⑦ Titular/es:
**Consejo Superior de Investigaciones Científicas
Serrano, 117
28006 Madrid, ES**

⑦ Inventor/es: **Ivorra Cano, Antonio y
Erill Sagalés, Ivan**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Sistema electromagnético para la manipulación de fluidos.**

⑤ Resumen:

Sistema electromagnético para la manipulación de fluidos.

La tecnología propuesta permite la realización de sistemas formados por un equipo lector, que en determinadas aplicaciones simplemente actuará como controlador, y una tarjeta o cartucho que se introducirá en dicho equipo. El cartucho dispone de una serie de conductos y cavidades construidos a partir de una estructura laminar. Una o diversas áreas está cubiertas con una membrana elástica que a su vez contiene diversas áreas con material ferromagnético o imanes permanentes. El lector posee un conjunto de electroimanes que son activados desde un sistema electrónico cuando el cartucho es introducido. Estos electroimanes están dispuestos de forma que actúen selectivamente sobre cada una de las áreas magnéticas, provocando deformaciones en puntos concretos de la membrana elástica. Dichos puntos actuarán como válvulas o bombas de succión, permitiendo la circulación de fluidos en el interior del cartucho, la succión de fluidos externos, o la expulsión de fluidos hacia el exterior.

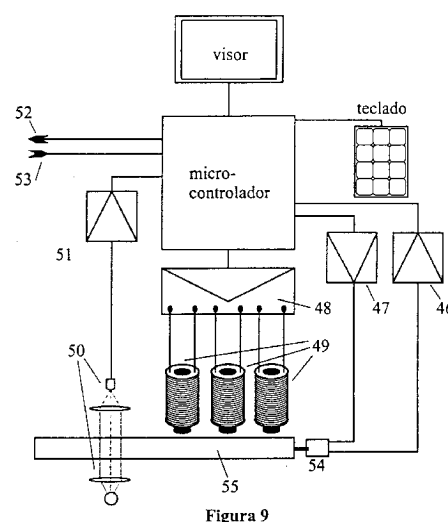


Figura 9

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

DESCRIPCION

Sistema electromagnético para la manipulación de fluidos.

Sector de la técnica

Area de la técnica: fluidica y control electrónico. Areas de aplicación. La presente invención permite crea instrumentación aplicable al análisis químico y la síntesis química.

Estado de la técnica

La utilización de sistemas automatizados en el control de pequeños volúmenes de fluido (del orden o inferiores a 1 ml) cada vez adquiere mayor importancia en el sector de los análisis químicos y bioquímicos (diagnóstico clínico, control ambiental, control de procesos industriales...). Las ventajas que caracterizan este planteamiento son: disminución de costes laborales, reducción de las cantidades de reactivos necesarios, obtención de datos en un tiempo inferior y mayor repetibilidad.

Dispositivos robóticos convencionales han sido adaptados para realizar las operaciones típicas en un laboratorio químico: pipeteado, manipulación de muestras, mezcla de soluciones... Los sistemas así obtenidos son excesivamente costosos y voluminosos, y esto los ha limitado a ensayos clínicos muy específicos en los que se manipula un gran número de muestras.

Resulta especialmente interesante aplicar un sistema de manipulación de fluidos en la medición de parámetros químicos mediante sensores (electrodos selectivos a iones, biosensores, sensores ópticos...). Estos sensores requieren que la muestra sea conducida a una superficie activa y, en la mayoría de casos, requieren un proceso de calibración previo o posterior, es decir, debe ponerse en contacto la superficie activa con fluidos de composición conocida. Actualmente es posible automatizar estos procesos mediante válvulas, bombas peristálticas y otros componentes discretos. Es así como se construyen los sistemas FIA (Flow Injection Analysis). Pero, nuevamente, se obtienen sistemas voluminosos y relativamente complejos para el personal no cualificado.

Existe la necesidad de obtener equipos portátiles y sencillos que permitan realizar análisis clínicos baratos y en breve tiempo. Esto ha motivado la aparición de equipos en los que la muestra es introducida en una tarjeta o cartucho, generalmente desechable, que contiene los sensores y que a su vez contiene algún contenedor con líquidos de calibración. Cuando el cartucho es introducido en el equipo portátil, mediante determinadas técnicas como la ruptura de contenedores, la capilaridad o bien la conducción de fluidos por circuito externo, diferentes líquidos (generalmente la muestra y un único líquido de calibración) son conducidos de forma automática a las superficies activas que transmiten las señales correspondientes al equipo, a través de conectores situados en el cartucho. Las siguientes patentes corresponden a este tipo de sistemas: US5096669, WO9744672, US5293770, US4436610, US5325853.

Al inicio de la década de 1990 se planteó la posibilidad de integrar diferentes componentes de laboratorio en un mismo dispositivo y en formato miniaturizado. Es lo que se ha dado en conocer como "Miniaturized Total Analysis Sys-

tems" o " μ -TAS" (ver "Miniaturized Total Chemical Analysis Systems: a Novel Concept for Chemical Sensing" A.MANZ et al. Sensors and Actuators, B1 (1990) 244-248). Desde entonces, han aparecido multitud de componentes (válvulas, bombas, filtros, capilares...) susceptibles de ser integrados en un único dispositivo con el objetivo de lograr lo que viene siendo popularmente conocido como "lab-on-a-chip". Estos componentes basan su principio de funcionamiento en diferentes fenómenos: piezoelectricidad, fuerza electrostática, deformaciones térmicas, electrokinesis... Únicamente la electrokinesis parece estar aportando unos resultados satisfactorios cuando se pretende realizar un sistema completo (ver patente US5858195), pero, en cualquier caso, estos sistemas suelen ser únicamente válidos para volúmenes de líquidos muy inferiores a 1 μ l y la presencia de cualquier impureza en la muestra los puede hacer totalmente inservibles.

Descripción de la invención

Breve descripción de la invención

El problema técnico planteado consiste en el desarrollo de una tecnología que permita la construcción de sistemas fluidicos integrados para pequeños volúmenes del orden de centenares de μ l. Diferentes procesos típicos en un laboratorio químico (conducción, mezcla, filtrado...) deberán poderse llevar a cabo en una tarjeta o cartucho de coste reducido. El sistema debe facilitar las tareas de análisis mediante sensores (electroquímicos, ópticos, térmicos...).

En los sistemas micro-fluidicos integrados (lab-on-a-chip) existentes, la fuerza que permite la conducción de los fluidos es creada en el mismo sustrato en el que se realiza la conducción, a partir de energía externa en forma de electricidad. Una alternativa es aplicar la fuerza desde el exterior del sustrato. La solución que aquí se propone, y en la que reside gran parte de la novedad de la presente invención, consiste en hacer que determinadas partes del sistema de canales de conducción resulten deformadas al aplicar un campo magnético desde el exterior. Esto permite crear válvulas y bombas integradas en el sustrato.

La tecnología propuesta permite la realización de sistemas formados por un equipo lector, que en determinadas aplicaciones simplemente actuará como controlador, y una tarjeta o cartucho que se introducirá en dicho equipo. El cartucho dispone de una serie de conductos y cavidades construidos a partir de una estructura laminar. Una o diversas áreas están cubiertas con una membrana elástica que a su vez contiene diversas áreas con material ferromagnético o imanes permanentes. El lector posee un conjunto de electroimanes que son activados desde un sistema electrónico cuando el cartucho es introducido. Estos electroimanes están dispuestos de forma que actúen selectivamente sobre cada una de las áreas magnéticas, provocando deformaciones en puntos concretos de la membrana elástica. Dichos puntos actuarán como válvulas o bombas de succión, permitiendo la circulación de fluidos en el interior del cartucho, la succión de fluidos externos, o la expulsión de fluidos hacia el exterior. Una aplicación típica del sistema será la realización de equipos portátiles

que permitan el análisis de fluidos mediante sensores electrónicos y requieran un proceso de calibración o preparación previa de la muestra.

El sistema es una alternativa sencilla, económica y compacta a los sistemas μ -TAs existentes. Además, permite la manipulación de volúmenes moderados y líquidos no purificados (ej. Sangre).

Descripción detallada

Canales de conducción, bombas y válvulas

Las figuras 1, 2, 3 y 4 permiten comprender la construcción y el funcionamiento de los elementos básicos de esta tecnología. Se presenta el desarrollo de un cartucho en el que es posible desplazar un líquido entre depósitos internos, de (12) hasta (13).

El sistema de depósitos y canales de conducción se forma a partir de orificios e incisiones realizados en la placa intermedia (2). La figura 3 muestra una vista superior y otra inferior de la placa. Las placas (2) y (3) se construirán preferentemente con materiales rígidos (PVC, cerámicas, vidrio...) y se unirán firmemente. El método de unión dependerá del material de las placas, algunos de los más comunes son: adhesivos, soldadura de plásticos (ultrasonidos) y soldadura anódica. La placa intermedia (2) puede fabricarse a partir de una placa uniforme mediante un proceso de mecanizado o mediante un ataque químico tras un proceso fotolitográfico. También es posible recurrir a la inyección del material (plástico) en un molde.

El número y tamaño de depósitos internos y canales puede aumentarse si se añaden capas intermedias y, de este modo, existirán diferentes alturas de canales con lo cual estos podrán cruzarse. La utilización de múltiples capas también puede usarse para simplificar el proceso de fabricación. Si los canales superiores se realizan sobre la superficie inferior de la placa superior sólo será necesario trabajar una de las superficies de cada capa. Es posible construir los conductos a partir de cortes longitudinales en la placa cuando esta queda limitada por una placa superior y otra inferior. Este método puede ser útil cuando se requiere precisión en la sección del conducto.

Estructuras equivalentes a la propuesta pueden realizarse mediante la acumulación de diferentes capas de material, evitando el proceso de unión entre placas. Por ejemplo, si el material de las diferentes capas es fotocurable, la formación de conductos se realizará mediante un proceso fotolitográfico después de curar las capas inferiores.

Entre las diferentes placas, obstruyendo parcial o totalmente los conductos, es posible situar capas de material que realicen alguna función físico-química (tamizado, filtrado, ósmosis, catálisis...).

La existencia de una o diversas membranas de material elástico (ej. látex) es uno de los elementos clave en el funcionamiento de la estructura. En este caso, la capa elástica (1) cubre totalmente la superficie superior del cartucho y se encuentra fijada a la placa intermedia (2) mediante un adhesivo, una lámina adherente por ambas caras o mediante una soldadura entre ambos materiales. La fijación no debe realizarse en toda la superficie. En determinadas áreas (14, 15 y 16) la membrana debe poderse separar y, por tanto, no debe existir

ningún tipo de unión con la placa intermedia (2). La figura 4 muestra un posible patrón de unión entre la membrana y la placa, en las áreas (14, 15 y 16) la membrana es libre. En el caso de que se utilice una lámina de material adherente, esta figura correspondería a su aspecto.

La membrana se separará de la placa intermedia debido a fuerzas de tensión en presencia de campos magnéticos suficientemente intensos. Esto se logra fijando material ferromagnético (6, 7 y 8) en la membrana. Algunas soluciones son: introducción de material ferromagnético en la composición de la membrana, fijación mediante adhesivos de placas de material ferromagnético (aleaciones Fe-Ni) y deposición de limaduras de material ferromagnético y posterior cubrimiento con un material que permita el movimiento de la membrana.

Cuando el cartucho es introducido en el equipo lector, en algunas aplicaciones puede que esté de forma permanente, los núcleos de un conjunto de electroimanes, pertenecientes al equipo lector, quedan situados a poca distancia de los elementos activos del cartucho (válvulas y bombas). En el caso expuesto (figuras 1, 2, 3 y 4) los electroimanes (9, 10 y 11) se sitúan sobre la válvula (14), el elemento de succión/compresión (15) y la válvula (16) respectivamente. Estos tres elementos forman la bomba que permite el trasvase de fluidos si se aplican corrientes a los electroimanes en una secuencia adecuada.

Inicialmente, los depósitos (12 y 13) se encuentran aislados por las válvulas (14 y 15), obsérvese que la membrana flexible obstruye los conductos (figura 2). Además es posible sellar los depósitos para evitar pérdidas de fluido por evaporación añadiendo unos adhesivos sobre los orificios (4 y 5) que serán extraídos por el usuario antes de introducir el cartucho.

El proceso de bombeo se inicia abriendo la válvula (14), para ello es necesario que el equipo lector aplique una corriente suficiente al electroimán (9), de forma que, el material ferromagnético inferior (6) fuerce el levantamiento de la membrana elástica y el conducto deje de estar obstruido. Tras este paso, se levantará la membrana en el área (15) aplicando corriente en el electroimán (10). Este hecho provocará la succión del fluido, inicialmente aire a través del canal (17). Seguidamente, se cerrará la válvula (14) dejando de aplicar corriente sobre (9): la elasticidad propia de la membrana realizará este trabajo. Instantes después, se abrirá la válvula (16) y se dejará de aplicar corriente sobre (10), con lo que, el fluido será empujado hasta el depósito (13) a través del conducto (18). Finalmente, se cerrará la válvula (16) y se iniciará un nuevo ciclo si es necesario.

Una característica interesante de este tipo de bombas es el hecho de que el flujo es discreto, en cada ciclo se trasvasa una cantidad fija de fluido. La cantidad trasvasada depende del volumen que se forma al elevarse la membrana en el área (15), si se consigue acotar el levantamiento es posible acotar este volumen. El tope en altura puede ser el núcleo del electroimán, pero, también, puede situarse una placa intermedia sujeta al cartucho en sus extremos.

Es posible modificar la geometría de los elementos constituyentes de la bomba, pero también es posible modificar su estructura. Añadiendo uno o más elementos de succión/compresión (activados secuencialmente), puede evitarse el uso de las válvulas, puesto que su función únicamente es evitar el reflujo y mejorar la eficiencia. De hecho, la válvula (16) no es absolutamente necesaria en el esquema propuesto.

En los componentes descritos, se utiliza material ferromagnético sin imanación permanente como material sensible al campo magnético. El uso de imanes permanentes es una alternativa más costosa y compleja pero exige menores corrientes de excitación y permite el cierre "activo" de las válvulas: con la adecuada polaridad de corriente, el electroimán empujará la membrana elástica hacia la placa.

La forma del cartucho en este caso es plana, parecido a una tarjeta, pero existe la posibilidad de adoptar otras geometrías utilizando los procesos y elementos que se han descrito.

En el siguiente apartado, se muestra la utilización de las válvulas como dispositivos selectores. En este caso, las válvulas permanecen totalmente abiertas o cerradas durante un período de tiempo relativamente largo. Si estas mismas válvulas son activadas mediante pulsos cortos es posible restringir parcialmente la circulación del fluido.

Integración de componentes electrónicos

Se ha mencionado que una de las aplicaciones más importantes de la tecnología propuesta es el análisis de fluidos mediante sensores electrónicos. En un gran número de casos, los sensores podrán ser externos, es decir, formarán parte de la estructura del lector pero no del cartucho. Especialmente interesante es el caso de los sensores ópticos. Estos son capaces de proporcionar bastantes parámetros importantes: espectro de absorción, espectro de reflexión, atenuación... Interesará obtener parámetros ópticos del fluido en determinadas cavidades del cartucho, por ejemplo: se mezclará el fluido a analizar con un reactivo y el color resultante determinará el grado de presencia de una determinada especie química. Para obtener esta información con sensores externos, se crearán unas áreas en el cartucho que permitan el paso de la luz, sin pérdidas importantes, en la región espectral de interés. Esto se conseguirá escogiendo adecuadamente los materiales de las diferentes capas u horadando determinadas capas en estas áreas de interés. El resultado puede definirse como ventana óptica. La figura 8 corresponde a un corte en sección de una posible ventana óptica, en esta se fluido se encuentra limitado por dos placas transparentes, (43 y 44). También, se esquematizan los dispositivos relacionados en el equipo lector: fuente de luz (39), lentes convergentes (40) y sensor (41).

En otros casos, interesará que sensores y componentes electrónicos estén integrados en el cartucho. Las figuras 5, 6 y 7 muestran un cartucho en el que se han integrado componentes electrónicos (38), considérese que se trata de un electrodo de referencia (Ag-AgCl) e ISFETs sensibles a pH. El cartucho se introduce parcialmente en el equipo lector, dejando el depósito de líquido

de calibración (36) y los conductos (34) y (35) en el exterior. El líquido a analizar es absorbido por el conducto (34) gracias a la succión creada por la bomba formada con los elementos (23, 24 y 25). La expulsión de fluidos se produce por el conducto (35) tras abandonar la válvula (25). Mediante las válvulas (20, 21 y 22) es posible seleccionar el fluido que circulará por la cámara en la que se encuentran los sensores (38). Este fluido puede ser: aire que vaciará cámara y conductos, líquido de calibración para calibrar los ISFETs periódicamente, o líquido a analizar.

Los componentes se montan sobre una placa de circuito impreso (31) que se adaptará como capa intermedia, tal y como se ha descrito en el apartado anterior. Parte de esta placa se utilizará como conector (28).

Equipo lector

El equipo lector o controlador, presenta las características comunes en cualquier equipo de medida. Únicamente, es destacable la presencia de electroimanes y la circuitería control asociada. Su realización resultará evidente para aquellos que dispongan de conocimientos y habilidades en el diseño de circuitos.

La figura 9 presenta un esquema general de la circuitería y componentes del equipo lector. Los electroimanes (49) son excitados desde un circuito de control (48) que responde a las órdenes del microcontrolador (microprocesador). La secuencia de órdenes seguirá un programa almacenado en memoria y, en determinados casos, podrá ser modificado en función de algunos eventos: pulsación de teclado, fin de la medida, comando desde equipo externo. Los datos representados en el visor corresponderán a la información obtenida mediante los detectores internos de la tarjeta o mediante sistemas externos (50) (sistema óptico). Las señales son extraídas del cartucho a través del conector (54). También es posible introducir señales o corrientes de alimentación en la tarjeta con el mismo conector.

El número de electroimanes (49) y sistemas ópticos (50) mostrados en la figura no es significativo, depende de la estructura del cartucho.

La corriente de alimentación puede ser proporcionada por cualquiera de los métodos habituales en electrónica: baterías, baterías recargables, adaptador de red... (La opción de las baterías recargables es especialmente interesante en los equipos portátiles).

La figura 10 muestra la posible apariencia externa del equipo lector.

Capacidades de la tecnología

Se ha descrito la metodología para integrar diferentes componentes en sustrato rígido: conductos, cavidades, depósitos, bombas, válvulas, ventanas ópticas y componentes electrónicos. A partir de estos elementos, es posible construir una amplia gama de sistemas de análisis y síntesis sin que esto implique actividad inventiva. De hecho, bastaría con imitar los sistemas FIA (flow injection analysis) que en la actualidad se realizan a partir de componentes discretos.

Explicación detallada de los dibujos

Figura 1: Apariencia externa de un cartucho que permite el trasvase de líquidos entre dos depósitos internos. Está construido con dos placas de material rígido (2 y 3) y una membrana de material

elástico (1). Los elementos ferromagnéticos (6, 7 y 8) están fijados a la membrana. Los orificios (4 y 5) permiten la entrada y salida de aire.

Figura 2: Corte longitudinal del cartucho en el eje formado por los elementos de la bomba (14, 15 y 16). Las válvulas (14 y 16) permiten la circulación del fluido por los canales (17 y 18) cuando circula suficiente corriente por los electroimanes correspondientes (9 y 11). El elemento de succión/compresión es activado por el electroimán central (10).

Figura 3: Apariencia de la placa intermedia (2, en las figuras anteriores) en una vista superior (izquierda) y otra inferior (derecha).

Figura 4: Patrón de unión entre la membrana flexible y la placa intermedia.

Figura 5: Apariencia externa de un cartucho que incluye componentes electrónicos (38) en el conducto de circulación. El fluido entra (26) en el cartucho por el conducto (34) debido a la succión provocada por la bomba (23, 24 y 25) cuando la válvula correspondiente (22) esta abierta. El fluido es expulsado (27) por el conducto (35). Las válvulas (22, 21 y 20) seleccionan el fluido que circula por la tarjeta: fluido externo, fluido interno (depósito 36) o aire (19). La placa de circuito impreso (31), sobre la que se sitúan los componentes, dispone de un conector (28).

Figura 6: Corte longitudinal del cartucho de la figura 5 por el eje formado por los elementos (22, 23, 24 y 25). El adaptador (37) permite la conexión de los conductos externos (34 y 35).

Figura 7: Esquema fluídico de la estructura del cartucho de la figura 5.

Figura 8: Corte de la sección longitudinal de una ventana óptica. La radiación proveniente de la fuente de luz (39) atraviesa la cámara en la que se encuentra el fluido (45) y es conducida al elemento sensor (41). Los elementos ópticos, lentes convergentes (40), guían la radiación para una mayor eficiencia. Las láminas transparentes (43 y 44) no impiden la circulación de la radiación en las regiones espectrales de interés.

Figura 9: Esquema eléctrico de bloques del equipo lector. El microcontrolador sigue un programa almacenado en memoria para activar los electroimanes (49) mediante un circuito de control (48). Los detectores del cartucho (55) proporcionan información al microcontrolador a través del conector (54), después de acondicionar las señales (47). También puede obtenerse información mediante sistemas ópticos (50). El equipo puede conectarse a elementos externos mediante interfaces de comunicaciones (52 y 53).

Figura 10: Apariencia externa de un equipo lector portátil. El cartucho es introducido en la ranura (56).

Ejemplos de realización de la invención

Un ejemplo ilustrativo es el de las figuras 1, 2, 3 y 4. El cartucho se ha realizado con dos placas de metacrilato transparente de 70 mm por 40 mm y grosores de 5 mm y 10 mm. La unión entre ambas se realiza mediante un adhesivo. La placa intermedia (2) ha sido mecanizada a partir de la placa original. La anchura y profundidad de todos los canales es de 1 mm y la altura de las protuberancias (válvulas 14 y 16) es 1 mm. Los depósitos (12 y 13) son cilíndricos y su diámetro

es 10 mm. Los orificios de entrada (4) y salida de aire (5) tienen un diámetro de 2 mm.

La membrana elástica es una lámina de látex con 0,2 mm de espesor. La fijación a la placa intermedia (2) se ha realizado mediante una fina lámina de material adhesivo por ambas caras. Esta lámina ha sido cortada previamente según el patrón de la figura 4.

El material de los elementos ferromagnéticos es el mismo que se encuentra en el elemento móvil de los relés comerciales (aleación Fe-Ni). Se han obtenido cuadrados de mm de lado y 0,8 mm de espesor mecanizando una placa uniforme de Fe-Ni (en la figura se representan circunferencias). Estos cuadrados se han fijado a la membrana mediante un adhesivo.

El equipo lector, controlador en este caso, dispone de una estructura realizada en metacrilato que se sitúa sobre el cartucho y sitúa los núcleos de los electroimanes a 1,5 mm de los elementos ferromagnéticos. Los electroimanes han sido extraídos de relés comerciales de 52 Ω .

La excitación de los electroimanes se realizada con corrientes de 150 μA siguiendo la secuencia que anteriormente ha sido descrita (el tiempo entre operaciones de un ciclo es 0,2 segundos con lo que la duración total del ciclo es 1,2 seg.). Las corrientes son inyectadas por un circuito electrónico controlado por un ordenador a través de su puerto paralelo.

Un segundo ejemplo se muestra en las figuras 5, 6 y 7. En este caso las medidas del cartucho son 120 mm por 70 mm. La placa rígida superior (30) tiene un grosor de 10 mm, el circuito impreso (31) 1 mm; la placa inferior (32) 5 mm; y la de cierre (33) 5 mm. El depósito de solución de calibración (36) es un cilindro de 20 mm de diámetro y 20 mm de altura realizado en PVC y conectado en su parte inferior a la válvula (21). Los conductos de entrada (34) y salida (35) son tubos de teflón con diámetro externo de 1 mm la conexión al cartucho se ha realizado mediante silicona. El equipo controlador es equivalente al anterior, únicamente se diferencia en las dimensiones debido a la inclusión de tres electroimanes más.

Los componentes electrónicos que se sitúan en la cámara interna (38) son un electrodo de referencia y un ISFET (dispositivo semiconductor sensible al pH). Los conectores externos (28) se conectan a un ISFETómetro que pasa los datos obtenidos al ordenador mediante un puerto de comunicaciones. Este mismo ordenador presenta los datos en pantalla, tras un procesamiento, y se encarga del control de los electroimanes. Normalmente la muestra (26) circula por la cámara con sensores (38), pero periódicamente se hace circular una pequeña cantidad de líquido de calibración para fijar un punto en la recta que relaciona pH con la medida obtenida por el ISFETómetro, es decir, ayuda al ordenador a proporcionar un valor correcto.

El resto de dimensiones, tiempos y características son equivalentes a los del caso anterior.

Estos ejemplos corresponden a equipos de demostración. Las medidas especificadas y los métodos de construcción no son necesariamente óptimos.

REIVINDICACIONES

1. Sistema electromagnético para la manipulación de fluidos **caracterizado** porque dispone de un cartucho de material ferromagnético con una o más membranas elásticas fijado a ellas, de forma que, al aplicar campos magnéticos externos, se producen deformaciones en las membranas que conducen a la apertura o cierre de conductos o a la creación de cavidades.

2. Sistema según reivindicación 1 **caracterizado** por utilizar imanes permanentes como material ferromagnético.

3. Sistema según reivindicación 1 **caracterizado** porque se aplica una determinada estructura de construcción para el cartucho en el que las membranas elásticas se fijan parcialmente a un conjunto de capas de material rígido, en las que como mínimo una de ellas presenta orificios y/o incisiones para formar conductos y/o cavidades.

4. Sistema según reivindicaciones 1 y 3 **caracterizado** porque el cartucho dispone de una o varias estructuras, que realizan la función de válvula de manera que se obstruye el conducto o conductos en ausencia de campo magnético, pero que al aplicar un campo magnético suficientemente intenso sobre el elemento ferromagnético asociado, la membrana se separa permitiendo la circulación del fluido hacia los conductos.

5. Sistema según reivindicaciones 1 y 3 **caracterizado** porque el cartucho dispone de una o

varias estructuras que realizan la función de bombas que aumentan o disminuyen el volumen de los conductos en función del campo magnético aplicado y su localización.

6. Sistema según reivindicaciones 1 y 3 **caracterizado** porque el cartucho dispone de estructuras de válvula según reivindicación 4 y de bomba según reivindicación 5.

7. Sistema según reivindicaciones 1 y 3 **caracterizado** por la presencia de una o más láminas que incluyen pistas conductoras que permiten añadir componentes eléctricos en el interior del cartucho, en contacto o no con los fluidos y permiten crear conectores con el exterior.

8. Sistema según reivindicaciones 1 y 3 **caracterizado** porque en el cartucho en una o más áreas una radiación luminosa puede acceder a fluidos internos y las radiaciones resultantes por absorción, reflexión o fluorescencia pueden captarse desde el exterior.

9. Sistema según la reivindicación 1 y 3 **caracterizado** por la inclusión de una unidad lectora que contiene un procesador electrónico que controla automáticamente la corriente de excitación de los electroimanes y, en consecuencia, determina la secuencias de trasvase de fluidos en el interior del cartucho.

10. Sistema según la reivindicación 9 **caracterizado** porque la unidad lectora incluye sistemas ópticos de captación luminosa para la obtención de información sobre los fluidos.

5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65

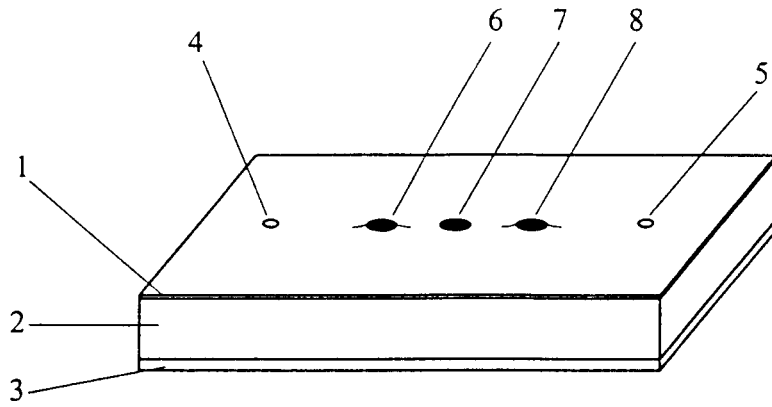


Figura 1

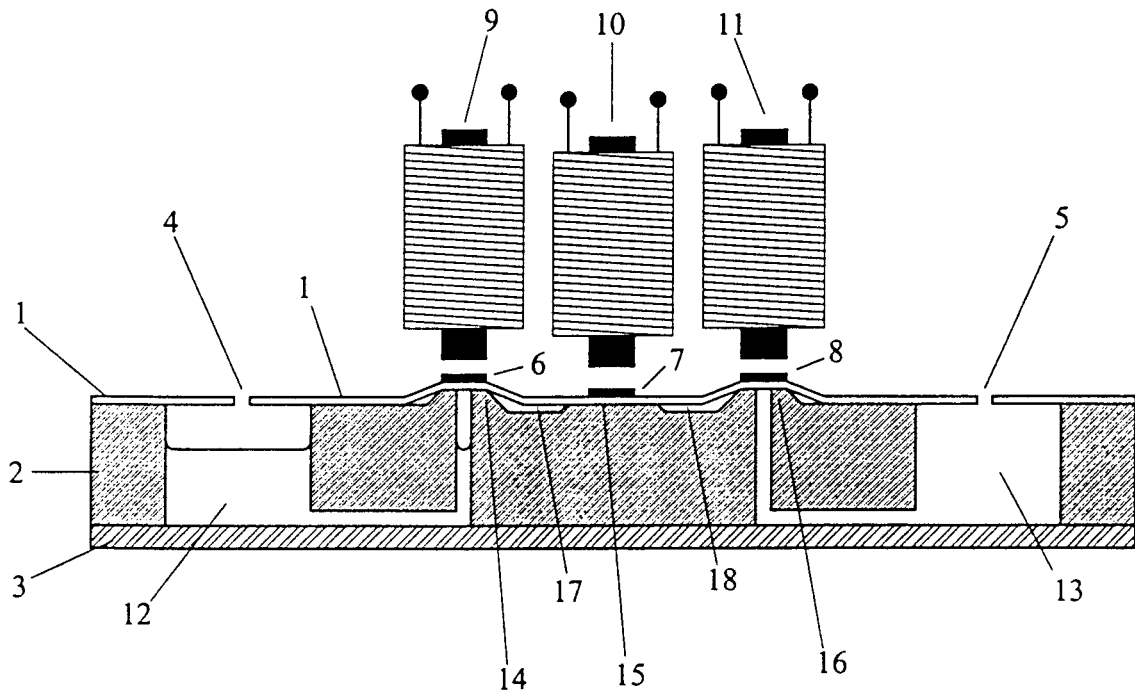


Figura 2

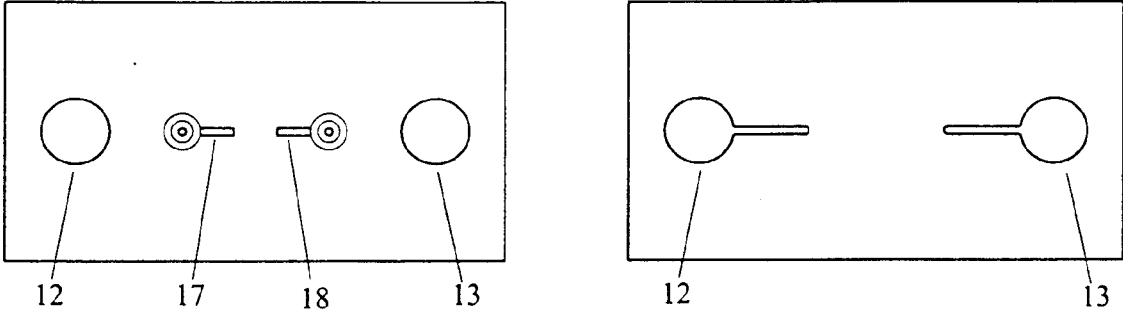


Figura 3

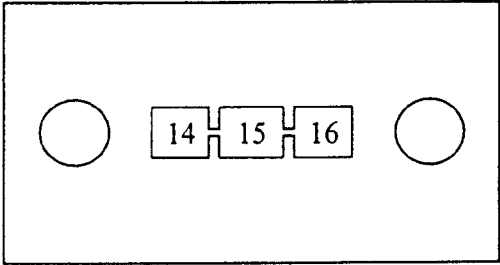


Figura 4

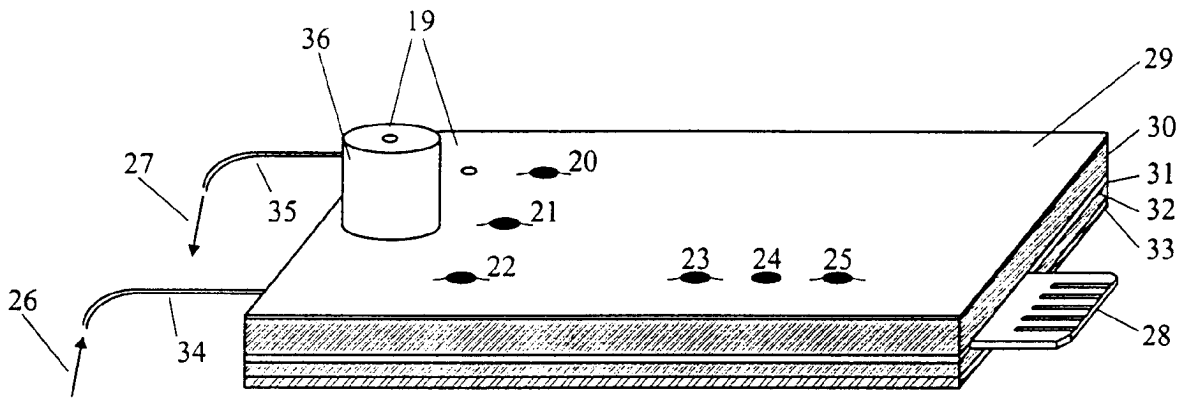


Figura 5

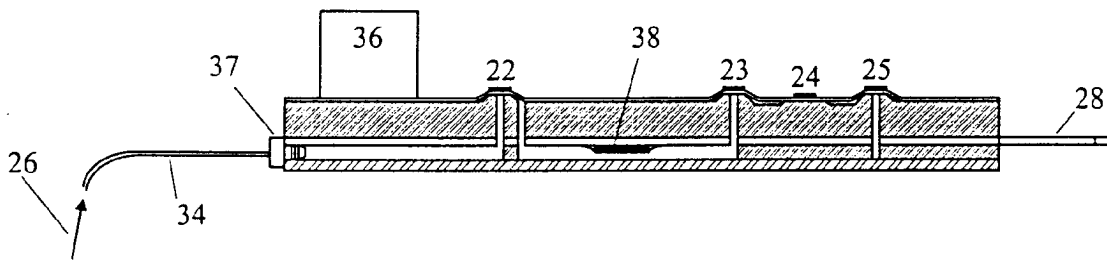


Figura 6

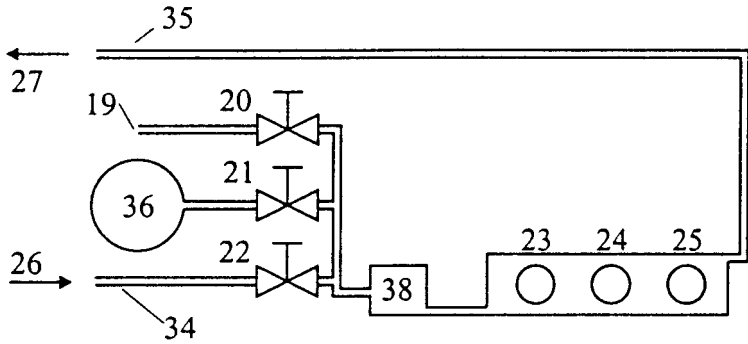


Figura 7

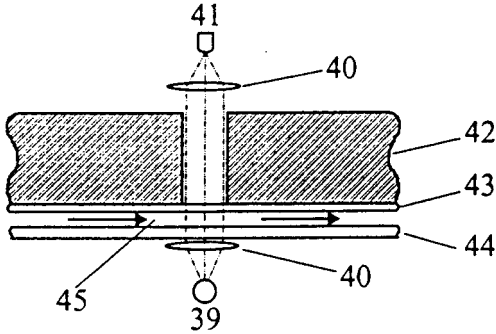


Figura 8

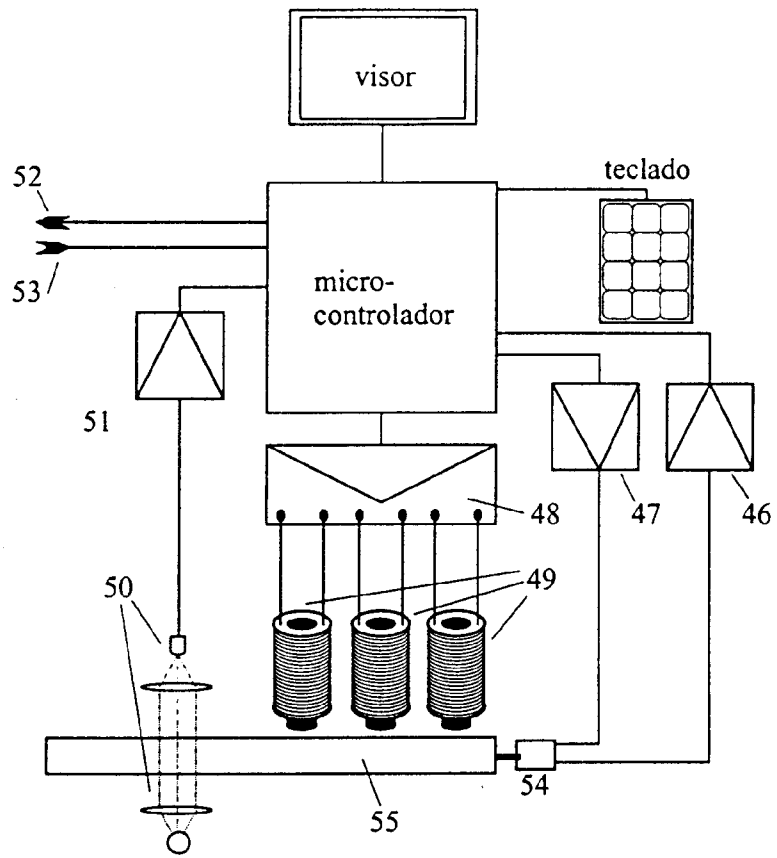


Figura 9

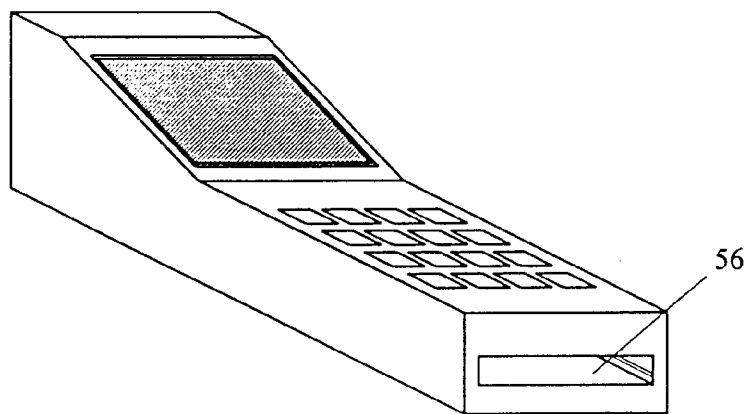


Figura 10



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: B01L 3/00, G01N 35/00

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	WO 9836832 A1 (INSTITUT FÜR MIKRO UND INFORMATIONSTECHNIK et al.) 27.08.1998, resumen; página 9, línea 22 - página 16, línea 18; figuras 1-4.	1-5 6
X Y	US 4895500 A (HÖK et al.) 23.01.1990, resumen; columna 5, línea 25 - columna 6, línea 8; reivindicaciones 1-20; figuras 8-12.	1-3,5,9 6,7,8,10
A	US 5910856 A (GHOSH et al.) 08.06.1999, resumen; columna 3, línea 24 - columna 4, línea 18; figuras 1,2.	1,2
Y	EP 0545284 A1 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 09.06.1993, resumen; columna 4, línea 11 - columna 7, línea 25; columna 15, línea 1 - columna 16, línea 8; figuras 1-4,15.	7
Y	WO 9641864 A1 (THE REGENTS OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA) 27.12.1996, resumen; página 5, líneas 28-35; página 7, líneas 17-30; figura 1.	8,10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

02.07.2001

Examinador

A. Figuera González

Página

1/1