



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 264 289**

② Número de solicitud: 200300169

⑤ Int. Cl.:  
**B05B 7/04** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **17.03.2003**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2006**

Fecha de la concesión: **18.10.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.12.2007**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2007**

⑰ Titular/es: **Universidad de Sevilla  
Pabellón de Brasil  
Paseo de las Delicias, s/n  
41012 Sevilla, ES**

⑱ Inventor/es: **Gañán Calvo, Alfonso Miguel y  
Gordillo Arias de Saavedra, José Manuel**

⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Nuevo método de generación de micro-corrientes fluidas para la producción de micro-burbujas, micro-espumas, micro-gotas, micro-emulsiones, y micro-cápsulas.**

㉑ Resumen:

Nuevo método de generación de micro-corrientes fluidas para la producción de micro-burbujas, micro-espumas, micro-gotas, micro-emulsiones, y micro-cápsulas.

Método y dispositivo de generación de microcorrientes fluidas para la producción de microburbujas, microespumas, microgotas, microemulsiones y microcápsulas. Consiste en un dispositivo y casi-bidimensional (en el que el espesor interior es sensiblemente inferior al largo y al alto) con diversos canales de entrada según la dirección del espesor para fluidos inmiscibles entre si introducidos por presión, y uno por varios canales de salida perpendiculares a aquellos, de sección y número menor que la de los de entrada. Las paredes interiores son superficies compuestas por varias superficies suaves. En el procedimiento, las interfases entre fluidos en el interior del dispositivo son estacionarias y las fuerzas de tensión superficial son mucho mayores que el resto de las fuerzas másicas.

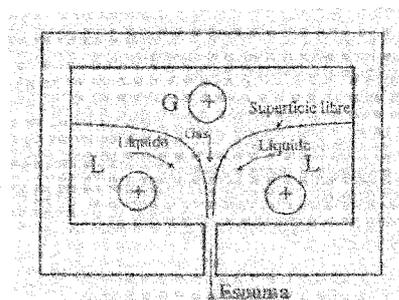


Figura 1

ES 2 264 289 B1

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

## DESCRIPCIÓN

Nuevo método de generación de micro-corrientes fluidas para la producción de micro-burbujas, micro-espumas, micro-gotas, micro-emulsiones y micro-cápsulas.

5 **Introducción y objeto de la invención**

En lo que sigue se describe un dispositivo y un procedimiento para la producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micro o nanométrico. Puede ser utilizado para la generación de microburbujas, microespumas, microgotas, microemulsiones o microcápsulas.

10 **Sector de la técnica**

Esta invención esta referida al campo de la ingeniería de mecánica de fluidos y más concretamente a la atomización de líquidos, producción de microburbujas y microespumas, generación de emulsiones y encapsulación de distintas sustancias.

15 **Estado de la técnica**

20 En los últimos años se han multiplicado los estudios, invenciones y aplicaciones relacionadas con el control microscópico de las corrientes fluidas, y entre estos estudios e invenciones destacan los que involucran *superficies libres* o interfases entre dos fluidos inmiscibles para poder conseguir estructuras microscópicas (micro-gotas, micro-burbujas, micro- cápsulas, etc.) de forma reproducible y robusta. Conviene destacar aquí dos fenómenos/inventos peculiares representativos de la generación de micro- chorros: (i) el *electrospray* o producción de micro-chorros de líquido mediante fuerzas electrostáticas, conocido desde hace siglos, y (ii) el “flow focusing” capilar, que emplea fuerzas de presión (puramente mecánicas) y un orificio de “enfocamiento” para generar el chorro, y que fue descubierto por A. M. Gañán Calvo. Es necesario aclarar que el orificio de enfocamiento en “flow focusing” tiene un diámetro significativamente mayor que el diámetro del micro-chorro generado, ya que se utiliza un segundo fluido forzado concéntricamente con el primero como “enfocante” a través del orificio de enfocamiento. Respondiendo a su geometría, ambos métodos presentan genuinamente una simetría axial (axilsimétricos) en la zona de la interfase en la que se produce el chorro, aunque en su materialización puedan surgir disimetrías asociadas a irregularidades en los tubos de alimentación, desalineamientos entre los tubos de alimentación y tubos de alimentación, desalineamientos entre los tubos de alimentación y el orificio de enfocamiento, etc., o simplemente porque el orificio de salida y/o el tubo de alimentación no presenten simetría axial (Anna, Bontoux y Stone 2002, comunicación privada). En suma, son métodos en los que las tres dimensiones del dominio fluido son comparables, y existe una dirección principal y única de flujo que es la responsable de la simetría axial.

En el caso del *electrospray*, los principales inconvenientes provienen de:

- 40 (i) la inherente e inevitable dependencia del fenómeno respecto a las propiedades eléctricas del líquido, lo cual limita enormemente la libertad paramétrica fisicoquímica del método (aunque hayan surgido aplicaciones de enorme relevancia en bioquímica - espectometría de masas de moléculas biológicas),
- 45 (ii) la pequeña productividad de método (caudal másico muy pequeño) y la dificultad para “escalarlo” o “multiplicarlo” (*multiplexing*)
- (iii) la mediocre robustez del método por su gran dependencia de las condiciones superficiales y tamaños de los tubos de alimentación de los líquidos.

50 En “flow focusing”, aunque se eliminan los inconvenientes de la dependencia respecto a las propiedades del fluido y se trata de un método muy fácilmente escalable o multiplicable, aún se tienen problemas respecto al alineamiento de los tubos de alimentación respecto a los orificios de enfocamiento, y la naturaleza esencialmente “tridimensional” de la geometría involucrada.

55 Puesto que el dispositivo presentado puede tener múltiples aplicaciones, el informe del estado de la técnica se dividirá en tres secciones, una dedicada a la generación de microburbujas y espumas, otra a la atomización y la última a la encapsulación y la generación de emulsiones.

60 *Formación de burbujas*

Son muchos los métodos utilizados para la generación de burbujas y microespumas. Estos métodos son empleados para la aireación y purificación de aguas, como agentes de contrastes en aplicaciones médicas, para la generación de productos alimenticios como mayonesas, yogures o mousses con un alto contenido en aire. Para solucionar estos problemas es necesario un procedimiento de manera que el tamaño de las burbujas sea el menor posible (al disminuir el tamaño de la burbuja, para un volumen fijo de gas, se aumenta la superficie de contacto con el líquido), que el procedimiento suponga el menor gasto energético posible y que la relación entre el volumen de gas y el de líquido de la espuma generada pueda ser controlado. Además, es deseable un sistema que permita la generación de espumas con una elevada relación de volumen de gas frente a volumen de líquido utilizado. Esta última característica tiene especial

utilidad en el campo de la alimentación (fabricación de mousses, de cremas de yogurt, de mayonesas, de chocolates...) puesto que en esta industria se pretende disminuir costes al emplear menos materia prima en la fabricación del producto: a mayor volumen de aire introducido en forma de microburbujas, mayor ahorro en materia prima.

- 5 Los procedimientos básicos para la obtención de microburbujas pueden clasificarse, genéricamente, en dos grandes grupos, los que utilizan medios mecánicos y los que utilizan medios neumáticos.

Los dispositivos generadores de microburbujas basados en medios mecánicos, son, básicamente “batidoras” (PAT US4578278, PAT WO0174478). En efecto, el aire que entra en un líquido que contenga surfactantes naturales (huevo) o artificiales, al ser removido mediante palas o álabes móviles queda confinado en forma de pequeñas burbujas. Estas burbujas poseen una distribución de tamaños muy variada y el proceso de generación es energéticamente muy costoso por el hecho de tener que mover mucha masa líquida para que finalmente entre una cantidad apreciable de gas. Otro tipo de dispositivo generador de burbujas con partes móviles consiste en hacer rotar en un baño líquido una superficie cilíndrica con pequeños orificios y que se encuentra alimentada en su parte interior por gas (PAT WO0160504). Los esfuerzos viscosos y las pequeñas diferencias de presión originadas por el movimiento relativo entre el cilindro y el líquido producen la generación de pequeñas burbujas. Este procedimiento, al igual que el anterior, tiene la desventaja de realizar un gran gasto energético y de poseer partes móviles.

En cuanto a los dispositivos basados en medios neumáticos para la producción de burbujas, estos se basan en hacer pasar aire a través de tubos de pequeño tamaño y descargar el gas en un recipiente relleno de líquido en reposo (WO0187052, US6461500), o bien descargar el aire en una corriente líquida en movimiento (US5674433, EP0523202, WO09212788, WO0176728). Otro tipo de dispositivos parecidos a los anteriores pero conceptualmente ligeramente distintos, son aquellos en los que se hace fluir de manera simultánea el líquido y el gas a través de pequeños orificios (WO0174722, US6394429, US6299145). En el caso de las patentes US6394429 y US6299145 (flow focusing) es necesario que el gas sea inyectado a través de una aguja que está situada de manera concéntrica con el orificio de salida. Este método presenta la desventaja del centrado de la aguja con el orificio, siendo el problema mucho más acusado en el caso de la producción de cantidades de espuma a nivel industrial, puesto que en este caso son necesarios múltiples agujas inyectoras de gas y orificios de salida. En cualquier caso, en los procedimientos a los que hacen referencia las patentes WO0174722, US6394429, US6299145 el gasto de líquido es muy superior al de gas, resultando una espuma con una baja cantidad de aire, aunque el tamaño de las burbujas conseguidas sea pequeño y el gasto energético sea inferior a los métodos referidos en US5674433, EP0523202, WO09212788, WO0176728.

También existen métodos de aireación que generan microburbujas haciendo impactar un chorro líquido sobre una interfase en contacto con una atmósfera gaseosa. Debido al movimiento turbulento del líquido, la interfase líquido-gas se deforma permitiendo la entrada de gas en la masa líquida (US4162970). También existe un método parecido a este último pero en el que la atmósfera en la que se encuentra la superficie libre sobre la que incide el chorro líquido, está a una presión superior a la ambiente (US5783118). Este procedimiento permite obtener burbujas de tamaños mucho menores que los conseguidos según (US4162970). A pesar de esto, todos estos métodos presentan la desventaja de que el caudal de gas inyectado es pequeño en comparación con el caudal que se necesita de líquido para generar las burbujas. Esto hace que el proceso sea energéticamente poco eficiente y que la espuma obtenida tenga relaciones volumétricas de gas/líquido pequeñas.

#### *Atomizador*

45 Las aplicaciones de la atomización (disgregación de una corriente continua de un líquido en gotas en el seno de un gas) en la industria actual son innumerables. Entre ellas cabe citar: la combustión, la generación de inhaladores con fines terapéuticos, el enfriamiento evaporativo, el tratado de superficies, las impresoras...

Existe una gran cantidad de tipos distintos de atomizadores en el mercado. Uno de los muchos métodos utilizados en la generación de sprays es la utilización de las fuerzas aerodinámicas para disgregar una corriente de líquido. A este tipo de atomizadores se les conoce con el nombre genérico de atomizadores neumáticos. Entre los atomizadores neumáticos que se conocen, tienen especial relevancia los atomizadores conocidos con el nombre genérico de flow focusing. En este tipo de atomizadores el líquido es inyectado a través de una aguja que descarga en una cámara en la que hay gas a presión. La aguja se coloca de manera concéntrica con el orificio de salida de la cámara de gas a presión. Con esta disposición geométrica, tanto el líquido como el gas abandonan conjuntamente la cámara a presión y el diámetro ( $d_j$ ) del chorro líquido que se forma puede ser, dependiendo de la presión a la que se encuentre el gas, mucho menor que el diámetro de la aguja de inyección de líquido. Posteriormente, la corriente gaseosa disgrega el chorro líquido en gotas que son del orden de Este método permite obtener gotas líquidas de tamaños micrométricos, y está protegido según las patentes US 6241159 y US 6119953.

#### *Generador de emulsiones o encapsulador*

En los últimos tiempos, existe un interés creciente por parte de la industria alimenticia, farmacéutica o química de generar cápsulas que contengan en su interior un principio activo y que exteriormente están recubiertas de una coraza flexible o rígida. Son innumerables las patentes que registran un procedimiento para la producción de cápsulas o de emulsiones. En el caso de cápsulas para aplicación alimenticia se encuentran los ejemplos de las patentes AU754712 y EP1263451. En aplicaciones a la industria química (principalmente empresas dedicadas a la fabricación de detergentes), EP1288287 y WO03002160. Las aplicaciones a la industria farmacéutica son las más comunes y

cuentan con innumerables registros, entre los que cabe citar WO03004003, WO0041740, US6514526, EP1151746. En la mayor parte de estos ejemplos, las cápsulas son generadas mediante procesos químicos de deposición de una sustancia sobre la superficie de una gota de un compuesto o principio activo. El fin de la cubierta externa, que suele ser elástica o rígida, es la de proteger el principio activo que se encuentra en su interior. Existen procedimientos, patentados inicialmente en la Universidad de Sevilla, que siguen un procedimiento diferente para encapsular líquidos o generar emulsiones. Ambos se basan en hacer fluir de manera coaxial dos corrientes fluidas inmiscibles. Es bien sabido que los chorros cilíndricos se rompen en gotas debido al crecimiento de una inestabilidad capilar, también conocida como inestabilidad de Rayleigh. Cuando esta rotura se produce de manera simultánea en los chorros interior y exterior, se generan gotas que en su interior poseen otras gotas de menor tamaño. Si la cubierta externa se hace sólida mediante algún procedimiento (por ejemplo, haciendo que el fluido exterior sea un fotopolímero que aumente su viscosidad o que se rigidice con luz ultravioleta), pueden generarse cápsulas sólidas. Las emulsiones pueden generarse en estos dispositivos sin más que inyectar un líquido utilizando cualquiera de los procedimientos antes señalados en un baño de un líquido inmiscible con el fluido inyectado. El primer procedimiento pertenece a la familia de dispositivos conocidos como flow focusing, y está protegido por las patentes US 6174469, US 6187214 y US 6450189. En este caso, al igual que ocurre con los atomizadores del tipo flow focusing las dos corrientes concéntricas de fluido son aceleradas debido al gradiente favorable de presión que existe entre una cámara presurizada con gas y el exterior. El diámetro de los chorros interior y exterior decrece y, finalmente, por un mecanismo fundamentalmente capilar, se generan las gotas compuestas. Estas gotas compuestas pueden llegar a tener diámetros del orden de las 100 micras. Por otra parte, con la tecnología conocida como Y-Flow, los chorros concéntricos interior y exterior son acelerados haciendo uso de un campo eléctrico. Las cápsulas generadas pueden llegar a tener tamaños nanométricos (las cápsulas producidas según este procedimiento son las más pequeñas jamás generadas), y está protegido según las patentes P200100231, PCT ESO2/00047 y PCT US 02/02787. Este procedimiento tiene, sin embargo, la desventaja frente a los dispositivos flow focusing de que son necesarios campos eléctricos y que los caudales de líquido son del orden de 1000 a 100 veces menores que los que se pueden utilizar en la tecnología flow focusing.

### Explicación de la invención

Constituye un primer objeto de la presente invención un dispositivo de producción de chorros fluidos compuestos, de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico que consiste en:

- a) Una línea  $L_s$  continua y cerrada que conforma el borde de dos superficies  $S_1$  y  $S_2$ . (ver ambas superficies en la Figura 16.a y un corte de las mismas en la figura 16.b).
- b) Una primera superficie sólida, que se denominará  $S_1$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_1$ , de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 30% del área total de la superficie  $S_1$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca y estando la superficie total comprendida entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado.
- c) Una segunda superficie sólida, que se denominará  $S_2$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa y totalmente impermeable o bien conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_2$ , de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 30% del área total de la superficie  $S_2$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca, comprendida ésta entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado, habiendo una diferencia máxima de un 30% entre las áreas totales de la primera y la segunda superficies.
- d) Los únicos puntos de contacto entre las dos superficies  $S_1$  y  $S_2$  se encuentran sobre la línea  $L_s$  y la distancia que existe entre cualquier punto perteneciente a la superficie  $S_1$  hasta la segunda de las superficies,  $S_2$ , es inferior a 0.2 veces la raíz cuadrada del área total de la superficie más pequeña.
- e) El volumen contenido entre las superficies  $S_1$  y  $S_2$  está hueco. Este volumen, de espesor pequeño comparado con sus otras dos longitudes naturales, será denominado celda.
- f) Del total de los huecos,  $N+M$ , con  $N \geq 2$  y  $M \geq 1$ , existentes en la superficie de la celda,  $N$  de ellos serán orificios de entrada, entendiéndose por esto que a través de ellos se inyectan fluidos hacia el interior de la celda, mientras que  $M$  de ellos serán orificios de salida de fluidos, entendiéndose por esto que a través de ellos se desalojan los fluidos inyectados en la celda.
- g) A través de los  $N$  orificios de entrada se inyectan  $n$  fluidos inmiscibles entre sí, con  $n \leq N$ . A través de un orificio de entrada sólo se podrá inyectar un único fluido.
- h) A través de los  $M$  orificios de salida saldrán los  $n$  fluidos de entrada, pudiendo salir a través de un mismo orificio de salida y de manera simultánea, varios de los  $n$  fluidos inyectados.
- i) La suma de las áreas de los  $M$  huecos de salida contenidos en las superficies de la celda, es inferior a 0.3 veces la suma de las áreas de los  $N$  huecos de entrada.

## ES 2 264 289 B1

En particular, la diferencia de área entre las superficies  $S_1$  y  $S_2$  puede ser inferior al 10% del área más pequeña de las dos. También, en particular, la suma de las áreas de los M huecos de salida puede ser inferior a 0.1 veces la suma de las áreas de los N huecos de entrada.

5 Las superficies  $S_1$  y  $S_2$  pueden ser superficies compuestas por varias superficies diferenciadas.

Constituye otro objeto de la presente invención un procedimiento de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico según las reivindicaciones 1 y 2 tal que

10 a) Del total de los huecos,  $N+M$ , con  $N \geq 2$  y  $M \geq 1$ , existentes en la superficie de la celda definida en las reivindicaciones 1 y 2, N de ellos serán orificios de entrada, entendiéndose por orificio de entrada aquél por el que se inyecta un fluido hacia el interior de la celda, mientras que M de ellos serán orificios de salida de fluidos, entendiéndose por orificio de salida aquél por el que se desalojan uno o varios de los fluidos inyectados en la celda.

15 b) A través de los N orificios de entrada se inyectan n fluidos inmiscibles entre sí, con  $n \leq N$ . A través de un orificio de entrada sólo se podrá inyectar un único fluido.

20 c) A través de los M orificios de salida saldrán los n fluidos de entrada, pudiendo salir a través de un mismo orificio de salida y de manera simultánea, varios de los n fluidos inyectados.

25 d) Los n fluidos inmiscibles inyectados a través de los N orificios de entrada abandonan la celda a través de los M orificios de salida, de manera que las interfases existentes entre los distintos fluidos son estacionarias en el interior de la celda definida en las reivindicaciones 1 y 2, salvo posible pero no necesariamente en la zona adyacente a cada orificio de salida y siendo el volumen de cada una de estas zonas adyacentes inferior a  $2(A_{sj})^{3/2}$ , siendo  $A_{sj}$  el área de del orificio de salida j, si los caudales inyectados a través de los orificios de entrada no varían con el tiempo.

30 e) Las fuerzas de tensión superficial en la interfase entre los fluidos inyectados en la celda de las reivindicaciones 1 y 2, son mucho mayores que cualquier otra fuerza másica presente en el dominio, debido a lo pequeño del espesor de dicho dominio, salvo posible pero no necesariamente en una zona adyacente a cada orificio de salida y siendo el volumen de cada una de estas zonas adyacentes inferior a  $2(A_{sj})^{3/2}$ , siendo  $A_{sj}$  el área de del orificio de salida j.

35 Alguna de las superficies que delimitan la celda referida anteriormente, pueden recibir un tratamiento para aumentar o disminuir el ángulo de contacto de gotas que estuvieran en su superficie (tratamientos hidrofóbico o hidrófilo), sin que ello suponga un cambio cualitativo en el comportamiento del dispositivo. Dicho tratamiento puede ser utilizado no solo en la cara interior de las superficies  $S_1$  y  $S_2$ , como ya se ha indicado, sino también en las paredes de los M orificios de salida de la celda, así como en las superficies exteriores del dispositivo (en particular en las inmediaciones de los orificios de entrada y salida al mismo).

40 Preferentemente, el número de fluidos inmiscibles inyectados por los huecos de entrada en la celda definida anteriormente para producir la atomización de un líquido en un gas es dos ( $n=2$ ).

45 Para la generación de espumas con burbujas de tamaño micrométrico, el número de fluidos inmiscibles inyectados por los huecos de entrada en la celda definida anteriormente es preferentemente dos ( $n=2$ ), siendo uno de ellos un líquido y el otro un gas.

### Breve descripción de las figuras

50 Figura 1. Esquema del funcionamiento del dispositivo como generador de espumas. Para ciertas combinaciones de sobrepresión del gas y de caudal de líquido, se produce la generación de la espuma.

55 Figura 2. Fotocomposición del proceso de generación de burbujas. Las imágenes han sido tomadas utilizando una cámara de alta velocidad con un tiempo de disparo de  $20 \mu s$ . A pesar de lo que pueda parecer, las imágenes no son consecutivas en el tiempo, sino que pertenecen a una serie de 1000 imágenes tomadas durante 90 minutos. El hecho de que se puedan conseguir eventos consecutivos de una muestra aleatoria muestra la completa robustez y periodicidad del proceso de generación de burbujas. Como se observa en la imagen, las burbujas comienzan a formarse justamente en la entrada del canal de salida.

60 Figura 3. Espuma generada para  $Q_l=30$  ml/h y  $\Delta p=480$  mbar. El valor de  $\lambda$  es de 0.87, siendo  $\lambda=Q_g/Q_l$ , la relación entre el volumen de gas que sale a través del canal de salida ( $Q_g$ ) y el de líquido introducido en la espuma ( $Q_l$ ). El diámetro de la aguja de sílica que se ha incluido en la foto a efectos de comparación es de  $360 \mu m$ . El diámetro de las burbujas de mayor tamaño es, aproximadamente, de  $120 \mu m$ . Propiedades físicas del líquido: densidad  $\rho=1104$  kg  $m^{-3}$ , viscosidad  $\mu=0.00437$  kg  $m^{-1} s^{-1}$ , tensión superficial  $\sigma \approx 0.04$  N/m.

65 Figura 4. Esquema de una posible configuración para el escalado o multiplicación. G indica inyección de gas a través del orificio superior y L inyección de líquido a través de los orificios inferiores.

Figura 5. Esquema de utilización del dispositivo como atomizador.

Figura 6. Esquema del dispositivo para la producción de emulsiones de los fluidos 2 y 3 en el fluido 1 (fase continua). Este mismo esquema puede ampliarse a un número indeterminado de fluidos.

Figura 7. Primera realización del invento. Es interesante notar la relativa tosquedad de esta primera realización, sin precisión en ninguna de las medidas salvo en el micro-canal de salida (no visible en la foto por su pequeño tamaño), a pesar de lo cual el funcionamiento del dispositivo es el correcto.

Figura 8. Vista isométrica de las placas P1, P2, P3 y P4 separadas en la posición en que serán ensambladas.

Figura 9. Vista isométrica del conjunto de placas P1, P2 y P3 montado, en donde se aprecia la celda.

Figura 10. Placa P1 con los orificios pasantes para los tornillos (A) y con los orificios de alimentación del fluido 1 (C) y de fluido 2 (B). A través de los orificios B y C pasan agujas de alimentación. La aguja de alimentación que pasa por B traspasa las placas P1 y P2 (figura 11). La aguja que pasa por el orificio C traspasa la placa P1 y la parte de la placa P2 en la que se encuentra la cámara D (figura 11).

Figura 11. Placa P2 con los orificios pasantes para los tornillos (A), con orificios a través de los que pasa el fluido 1 (C1 y C2) y que alimentan la cámara de pequeña altura en la que se desarrolla el movimiento de los fluidos 1 y 2. Los orificios C1 y C2 están alimentados del fluido 1 a través de la cámara D, que se encuentra alimentada a su vez a través de C, que es un orificio pasante de la placa P1 (Ver figura 10). Esta placa P2 también posee el orificio B, que es el que alimenta de fluido 2 a la cámara de pequeña altura.

Figura 12. Lámina P3 de pequeño espesor perforada con los orificios a través de los que pasan los tornillos (A). La parte recortada de esta lámina forma la cámara en la que se desarrolla el movimiento y el canal de salida.

Figura 13. Placa P4 con orificios (marcados con A) a través de los que pasan tornillos pasantes y que cierra la cámara en la que se desarrolla el movimiento de los fluidos.

Figura 14. Elementos que componen el dispositivo.

Figura 15. Dispositivo completamente montado

Figura 16. Esquema simplificado de la celda en el que se representan las dos superficies  $S_1$  y  $S_2$ , delimitadas por la línea  $L_s$ , que es el borde de ambas superficies.

### Descripción detallada de la invención

Presentamos un nuevo método para la generación y control de micro- corrientes fluidas (líquido o gas) en el seno de otro fluido inmiscible con el primero, que presenta las siguientes peculiaridades:

- 1- El dominio fluido en el que se genera la micro-corriente es sustancialmente bidimensional, es decir, que se trata de una lámina fluida o que el espesor  $h$  del dominio es sustancialmente *menor* que sus otras dos dimensiones.
- 2- Debe ocurrir que las fuerzas de tensión superficial asociadas al radio de curvatura impuesto por el espesor de la lámina fluida (y las condiciones de mojado sobre los sólidos que la limitan) deben ser muy grandes en comparación con cualquiera de las fuerzas másicas que puedan aparecer en el sistema.
- 3- La lámina fluida debe estar limitada por un sólido impermeable o por un área de "sobrepresión" o de alimentación positiva de fluido por todos sus lados, salvo por un pequeño canal de salida de anchura comparable al espesor de la lámina y situado en algún punto de la frontera de la lámina. La micro-corriente del primer fluido es provocada por el flujo del fluido-sustrato (el segundo fluido) hacia el pequeño canal de salida.

En relación con las aplicaciones indicadas en el estado de la técnica, se describe a continuación el funcionamiento del dispositivo y procedimiento objetos de la presente invención.

#### 60 *Generador de microespumas*

En la presente invención, tanto el gas como el líquido son inyectados a la vez. Es decir, que el proceso de formación de burbujas se produce en el seno del líquido que está siendo inyectado. El esquema del dispositivo empleado para la generación de burbujas se indica en la Figura 1. El método consiste en introducir en una cámara de anchura pequeña frente a sus otras dos dimensiones naturales, un gas a una sobrepresión  $\Delta p$  y un caudal de líquido  $Q_1$ . El líquido es inyectado a través de los orificios inferiores marcados con una L, mientras que el gas es inyectado a través del orificio superior marcado con una G. Esta cámara tiene una salida al exterior (véase la Figura 1) a través del que salen a la vez tanto el líquido como el gas cuando la sobrepresión  $\Delta p$  cumple ciertos requisitos, obteniéndose la espuma (véase

la Figura 2). En efecto, si la sobrepresión a la que se introduce el gas en la cámara es ligeramente superior a una determinada, parte del gas abandonará la cámara en forma de burbujas en el seno de la corriente de líquido (véase la Figura 2).

- 5 En la presente invención, el parámetro  $\lambda=Q_g/Q_l$ , siendo  $Q_g$  el caudal de gas que sale a través del canal de salida y  $Q_l$  el caudal de líquido, y que por tanto mide la relación entre el volumen de gas y el de líquido introducido en la espuma, puede asumir valores mayores que la unidad, lo que hace a este método singular entre todos los protegidos y anteriormente descritos.
- 10 En cuanto al tamaño de las burbujas de la espuma generada, las Figura 3 muestra que, a pesar de los elevados valores de  $\lambda$ , el diámetro de las burbujas escala con el ancho del canal de salida,  $d$ , y son del orden de 50 a 100  $\mu\text{m}$ .

Como se puede comprobar, este procedimiento de producción de burbujas carece de partes móviles, y la energía empleada es mínima puesto que sólo se pone en movimiento la cantidad justa de líquido. Además, no requiere el centrado de las agujas inyectoras de gas con los orificios de salida, lo que hace que su fabricación sea trivial y que la multiplexación se pueda realizar de manera muy simple (Véase la figura 4). La característica más importante es, sin embargo, que pueden conseguirse espumas con valores de  $\lambda$  que superan con creces la unidad. Por todo ello, este dispositivo es óptimo para la generación de espumas para cualquier tipo de aplicación, bien sea médica, en alimentación, en depuración de agua o en la fabricación de materiales (sólidos).

#### 20 *Atomizador*

Con el dispositivo y procedimiento propuestos en la presente invención se consigue el mismo efecto que con flow focusing (la corriente de líquido disminuye su sección transversal característica debido a la aceleración del líquido producida por el gradiente favorable de presiones que existe entre la cámara de altura  $h$  y la atmósfera y, además, el gas que sale de la cámara disgrega la corriente de líquido en gotas del tamaño característico del espesor de la lámina formada), pero con la ventaja adicional de que no se emplea ninguna aguja de inyección de líquido. Esto evita los problemas de centrado, con lo que la fabricación del presente invento es mucho más simple que la de los dispositivos flow focusing. Otra de las ventajas adicionales de la geometría de la presente invención es que la multiplexación es algo inmediato como lo demuestra la Figura 4. En la figura 5 se muestra un esquema del dispositivo al que se refiere la presente invención funcionando como atomizador. El líquido puede inyectarse a través del orificio central superior, y el gas ser inyectado a través de los dos orificios inferiores o viceversa. En ambos casos, la media de tamaños de las gotas generadas es inferior a las 30 micras. En cualquier caso, se comprueba que las leyes de escala para las gotas generadas mediante este invento son iguales a las de los dispositivos flow focusing, con la ventaja por parte de este tipo de dispositivos de que no hay agujas de inyección y por tanto los problemas de centrado con los orificios de salida no existen y de que el empaquetamiento es algo inmediato como lo demuestra la figura 4.

La ventaja fundamental de este dispositivo frente a los mencionados anteriormente es su fácil construcción y la facilidad de empaquetamiento puesto que con esta configuración es posible empaquetar del orden de los 5 inyectores por milímetro lineal.

#### 40 *Generador de emulsiones y microcápsulas*

El dispositivo y procedimiento objetos de la presente invención presentan la ventaja, frente a los dispositivos flow focusing, de que son muy fáciles de construir y el empaquetamiento de varios inyectores es muy fácil como se comprueba de la Figura 4. Con el dispositivo de esta invención, pueden generarse emulsiones cuyas leyes de escala son análogas a las de la tecnología flow focusing (US 6174469, US 6187214 y US 6450189). Para poder realizar emulsiones y cápsulas se requiere una pequeña modificación del dispositivo con respecto a la geometría básica de las Figuras 1 y 5. Esta modificación consiste simplemente en añadir más orificios de alimentación para los fluidos adicionales que se quieren mezclar, siendo el esquema del dispositivo para la generación de emulsiones el de la figura 6.

Se ha realizado una emulsión de agua en aceite de silicona. Esta mezcla es acelerada, para así disminuir el tamaño de las posibles cápsulas generadas, a través de un gradiente favorable de presiones establecido por aire introducido a través de los orificios inferiores.

#### **Modo preferente de realización de la invención**

En la primera realización del invento (Figura 7) el espesor del dominio es de 50 micras, mientras que su ancho mide 60 3000 micras (60 veces mayor) y su largo es 15000 micras (300 veces mayor). Se inyecta agua por los dos orificios a derecha e izquierda, y aire por un orificio central situado por encima. La lámina de color ámbar es Kapton de 50 micras de espesor, y la distancia entre los centros de los orificios es de 3 mm. Hay que indicar aspectos como la imperfección del canal de salida, la asimetría de los orificios de alimentación laterales, etc. El hueco o cámara en la lámina tenía forma rectangular de ancho 3 mm y alto 15 mm (espesor 0.05 mm), y el canal de salida se situó en el centro de uno de los lados de 3 mm. El canal de salida tenía 1 mm de longitud y una anchura de 0.12 mm aproximadamente, con un espesor de 0.05 mm. Los fluidos se suministraban a través de tubos de 1.6 mm de diámetro que descargaban en la dirección perpendicular a la lámina como se muestra en la figura 7.

## ES 2 264 289 B1

Aunque el método propuesto participa con “flow focusing” de la característica de que el ligamento fluido formado es más “delgado” que la anchura del canal u orificio de salida porque se utiliza un segundo fluido que se hace fluir concéntrica o simultáneamente con el primero a través de dicho orificio, el nuevo método se basa en una geometría esencialmente “bidimensional”, y no requiere de un alineamiento entre los tubos de alimentación y el orificio de salida.  
5 De hecho, los tubos de alimentación se encuentran significativamente “lejos” del orificio de salida (ver Figuras 1 y 7).

El dispositivo de la presente invención puede realizarse con 3 placas de metacrilato, varios tornillos y una lámina de pequeño espesor de cualquier material que pueda cortarse con facilidad (adhesivo de 2 caras, Kapton, e incluso láminas metálicas de pequeño espesor).  
10

La fabricación del dispositivo es bastante simple y está basada en cuatro placas de sencilla fabricación (véanse figuras 8 a 13). Se fabrican 3 placas P1, P2 y P4 de cualquier material (metacrilato, plástico, metal) en las que se efectúan los taladros detallados en las figuras 10, 11, y 13. Se realiza la cámara D en la placa P2 como se indica en la Figura 11. Se toma una lámina P3 de cualquier material (e.g. adhesivo de 2 caras, Kapton, plástico, metal) de igual  
15 área que las placas P1, P2 y P4. Se recorta esta lámina en la forma indicada en la figura 12 y se realizan los orificios a través de los que pasarán los tornillos pasantes. La lámina P3 se coloca entre las placas P2 y P4 formándose, por tanto, entre las placas P2 y P4 y en la zona hueca de la lámina P3, la cámara en la que se va a desarrollar el movimiento de los fluidos 2 y 1, (suministrados respectivamente a esta cámara a través de los huecos B y C1, C2 de la figura 11) antes de salir por el canal de salida. El espesor de esta lámina es importante que sea pequeño (debe estar comprendido entre las  
20 5 micras y las 1000 micras). Tras la placa P2 se sitúa la placa P1 de manera que todos los orificios de tipo A coincidan entre sí. Se colocan los tornillos pasantes en los orificios de tipo A y se aprietan con tuercas. Una vez realizada esta operación, se introducen agujas de alimentación a través de los orificios B y C de la placa P1. y el dispositivo está listo para operar. En la Figura 14 se muestran todos los elementos referidos en las figuras 10-13, y en la Figura 15 el dispositivo una vez montado.  
25

Entre las ventajas fundamentales de este nuevo invento cabría destacar:

- 1- La enorme simplicidad del concepto, que supera en sencillez incluso a *flow focusing*.
- 30 2- El reducidísimo número de partes de que consta un dispositivo, lo cual facilita enormemente su fabricación masiva.
- 35 3- La enorme robustez y reproducibilidad del sistema. Las corrientes de fluido se encuentran siempre en contacto con un sólido, lo que determina de manera especial la robustez del sistema, es decir, no se tienen zonas capilares exentas o flotantes que son particularmente susceptibles a las imperfecciones e irregularidades de los tubos de alimentación sobre los que se anclan (como es el caso del *electrospray* o *flow focusing*).
- 40 4- La enorme versatilidad del sistema. Al igual que con *flow focusing*, se ha verificado que el dispositivo puede emplearse como:
  - a. Dispositivo nebulizador de líquidos.
  - b. Dispositivo productor de micro-espumas.
  - 45 c. Dispositivo productor de micro-emulsiones.
  - d. Dispositivo micro-encapsulador especialmente robusto, habiéndose probado variadas combinaciones de fluidos.
- 50 5- La intrínseca facilidad del sistema para su escalado o multiplicación (*multiplexing*), pudiendo alcanzarse densidades de canales de salida mucho más altas que en cualquier otro sistema debido a que se pueden apilar las láminas, y éstas pueden ser arbitrariamente finas (desde la micra a las varias centenas de micras), lo cual supone una ventaja muy sustancial frente a cualquier otro método conocido, incluso frente a *flow focusing*.  
55

60

65

# ES 2 264 289 B1

## REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico **caracterizado** porque consiste en:

- a) Una línea  $L_s$  continua y cerrada que conforma el borde de dos superficies  $S_1$  y  $S_2$ .
- b) Una primera superficie sólida, que se denominará  $S_1$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_1$ , de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 30% del área total de la superficie  $S_1$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca y estando la superficie total comprendida entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado.
- c) Una segunda superficie sólida, que se denominará  $S_2$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa y totalmente impermeable o bien conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_2$ , de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 30% del área total de la superficie  $S_2$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca, comprendida ésta entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado, habiendo una diferencia máxima de un 30% entre las áreas totales de la primera y la segunda superficies.
- d) Los únicos puntos de contacto entre las dos superficies  $S_1$  y  $S_2$  se encuentran sobre la línea  $L_s$  y la distancia que existe entre cualquier punto perteneciente a la superficie  $S_1$  hasta la segunda de las superficies,  $S_2$ , es inferior a 0.2 veces la raíz cuadrada del área total de la superficie más pequeña.
- e) El volumen contenido entre las superficies  $S_1$  y  $S_2$  está hueco. Este volumen, de espesor pequeño comparado con sus otras dos longitudes naturales, será denominado celda.
- f) Del total de los huecos,  $N+M$ , con  $N \geq 2$  y  $M \geq 1$ , existentes en la superficie de la celda,  $N$  de ellos serán orificios de entrada, entendiéndose por esto que a través de ellos se inyectan fluidos hacia el interior de la celda, mientras que  $M$  de ellos serán orificios de salida de fluidos, entendiéndose por esto que a través de ellos se desalojan los fluidos inyectados en la celda.
- g) A través de los  $N$  orificios de entrada se inyectan  $n$  fluidos inmiscibles entre sí, con  $n \leq N$ . A través de un orificio de entrada sólo se podrá inyectar un único fluido.
- h) A través de los  $M$  orificios de salida saldrán los  $n$  fluidos de entrada, pudiendo salir a través de un mismo orificio de salida y de manera simultánea, varios de los  $n$  fluidos inyectados.
- i) La suma de las áreas de los  $M$  huecos de salida contenidos en las superficies de la celda, es inferior a 0.3 veces la suma de las áreas de los  $N$  huecos de entrada.

2. Dispositivo de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico **caracterizado** porque consiste en:

- a) Una línea  $L_s$  continua y cerrada que conforma el borde de dos superficies  $S_1$  y  $S_2$ .
- b) Una primera superficie sólida, que se denominará  $S_1$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_1$  de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 10% del área total de la superficie  $S_1$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca y estando la superficie total comprendida entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado.
- c) Una segunda superficie sólida, que se denominará  $S_2$ , delimitada por la línea  $L_s$ , conexa y totalmente impermeable o bien conexa e impermeable en toda su área salvo por uno o más huecos de manera que el área total,  $A_2$ , de los huecos abiertos o permeables es como máximo un 10% del área total de la superficie  $S_2$ , entendiéndose por área total de la superficie aquella que comprende tanto la parte impermeable como aquella permeable o hueca, comprendida ésta entre 1 micra cuadrada y 1 metro cuadrado, habiendo una diferencia máxima de un 30% entre las áreas totales de la primera y la segunda superficies.
- d) Los únicos puntos de contacto entre las dos superficies  $S_1$  y  $S_2$  se encuentran sobre la línea  $L_s$  y la distancia que existe entre cualquier punto perteneciente a la superficie  $S_1$  hasta la segunda de las superficies,  $S_2$ , es inferior a 0.1 veces la raíz cuadrada del área total de la superficie más pequeña.
- e) El volumen contenido entre las superficies  $S_1$  y  $S_2$  está hueco. Este volumen, de espesor pequeño comparado con sus otras dos longitudes naturales, será denominado celda.

## ES 2 264 289 B1

f) Del total de los huecos,  $N+M$ , con  $N \geq 2$  y  $M \geq 1$ , existentes en la superficie de la celda,  $N$  de ellos serán orificios de entrada, entendiéndose por esto que a través de ellos se inyectan fluidos hacia el interior de la celda, mientras que  $M$  de ellos serán orificios de salida de fluidos, entendiéndose por esto que a través de ellos se desalojan los fluidos inyectados en la celda.

g) A través de los  $N$  orificios de entrada se inyectan  $n$  fluidos inmiscibles entre sí, con  $n \leq N$ . A través de un orificio de entrada sólo se podrá inyectar un único fluido.

h) A través de los  $M$  orificios de salida saldrán los  $n$  fluidos de entrada, pudiendo salir a través de un mismo orificio de salida y de manera simultánea, varios de los  $n$  fluidos inyectados.

i) La suma de las áreas de los  $M$  huecos de salida contenidos en las superficies de la celda, es inferior a 0.1 veces la suma de las áreas de los  $N$  huecos de entrada.

3. Dispositivo de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, según las reivindicaciones 1 o 2 tales que las superficies  $S_1$  y  $S_2$  pueden ser superficies compuestas por varias superficies diferenciadas.

4. Procedimiento de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico según las reivindicaciones 1 ó 2 **caracterizado** porque

a) Del total de los huecos,  $N+M$ , con  $N \geq 2$  y  $M \geq 1$ , existentes en la superficie de la celda definida en las reivindicaciones 1 y 2,  $N$  de ellos serán orificios de entrada, entendiéndose por orificio de entrada aquél por el que se inyecta un fluido hacia el interior de la celda, mientras que  $M$  de ellos serán orificios de salida de fluidos, entendiéndose por orificio de salida aquél por el que se desalojan uno o varios de los fluidos inyectados en la celda.

b) A través de los  $N$  orificios de entrada se inyectan  $n$  fluidos inmiscibles entre sí, con  $n \leq N$ . A través de un orificio de entrada sólo se podrá inyectar un único fluido.

c) A través de los  $M$  orificios de salida saldrán los  $n$  fluidos de entrada, pudiendo salir a través de un mismo orificio de salida y de manera simultánea, varios de los  $n$  fluidos inyectados.

Los  $n$  fluidos inmiscibles inyectados a través de los  $N$  orificios de entrada abandonan la celda a través de los  $M$  orificios de salida, de manera que las interfases existentes entre los distintos fluidos son estacionarias en el interior de la celda definida en las reivindicaciones 1 ó 2, salvo posible pero no necesariamente en la zona adyacente a cada orificio de salida y siendo el volumen de cada una de estas zonas adyacentes inferior a  $2 (A_{sj})^{3/2}$ , siendo  $A_{sj}$  el área de del orificio de salida  $j$ , si los caudales inyectados a través de los orificios de entrada no varían con el tiempo.

d) Las fuerzas de tensión superficial en la interfase entre los fluidos inyectados en la celda de las reivindicaciones 1 ó 2, son mucho mayores que cualquier otra fuerza másica presente en el dominio, debido a lo pequeño del espesor de dicho dominio, salvo posible pero no necesariamente en una zona adyacente a cada orificio de salida y siendo el volumen de cada una de estas zonas adyacentes inferior a  $2 (A_{sj})^{3/2}$ , siendo  $A_{sj}$  el área de del orificio de salida  $j$ .

5. Procedimiento de producción de chorros fluidos compuestos de diferentes fluidos inmiscibles entre sí, de tamaño micrométrico o nanométrico según la reivindicación 4 **caracterizado** porque

a) alguna de las superficies que delimitan la celda referida en las reivindicaciones 1 ó 2, pueden recibir un tratamiento para aumentar o disminuir el ángulo de contacto de gotas que estuvieran en su superficie (tratamientos hidrofóbico o hidrófilo), sin que ello suponga un cambio cualitativo en el comportamiento del dispositivo.

b) Las paredes de los  $M$  orificios de salida de la celda y las superficies exteriores del dispositivo y, en particular, las inmediaciones de los orificios de entrada y salida al mismo puede recibir un tratamiento para aumentar o disminuir el ángulo de contacto de gotas que estuvieran en su superficie (tratamientos hidrofóbico o hidrófilo).

6. Procedimiento de atomización de un líquido en gas, en gotas de tamaño micrométrico o nanométrico según el dispositivo de las reivindicaciones 1, 2 ó 3, y según el procedimiento de las reivindicaciones 4 y 5 de manera que el número de fluidos inmiscibles inyectados por los huecos de entrada en la celda definida en las reivindicaciones 1, 2 ó 3 es dos ( $n=2$ ), siendo uno de ellos un líquido y el otro un gas.

7. Procedimiento de generación de espumas con burbujas de tamaño micrométrico según el dispositivo de las reivindicaciones 1, 2 ó 3, y según el procedimiento de las reivindicaciones 4 ó 5 de manera que el número de fluidos inmiscibles inyectados por los huecos de entrada en la celda definida en las reivindicaciones 1 ó 2 es dos ( $n=2$ ), siendo uno de ellos un líquido y el otro un gas.

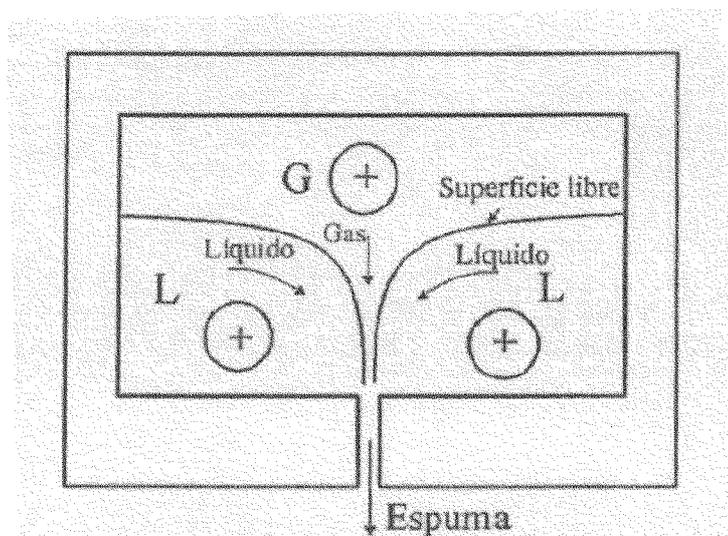


Figura 1

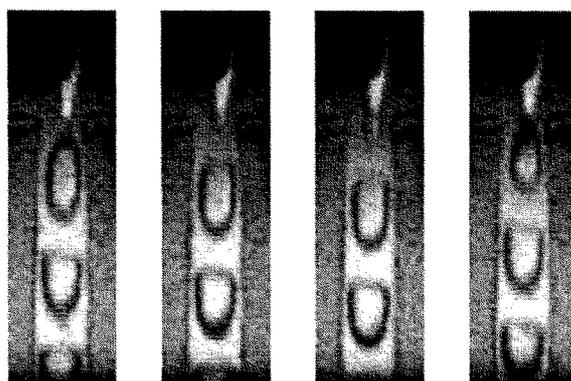


Figura 2

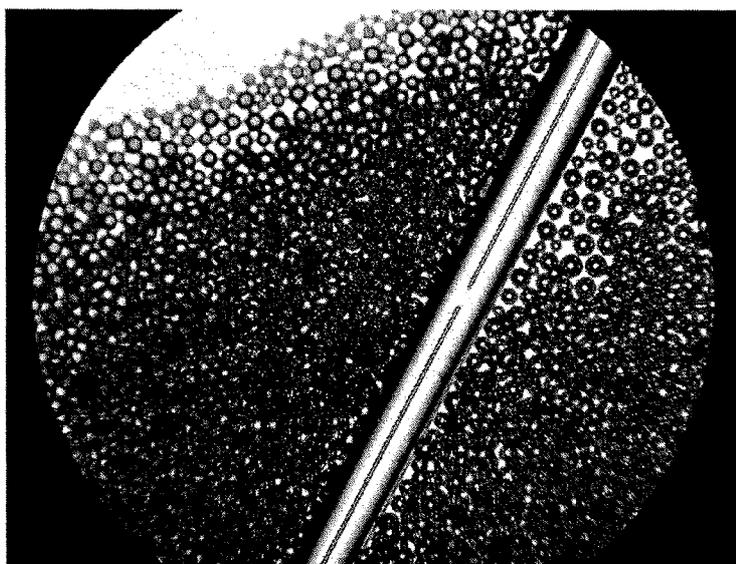


Figura 3

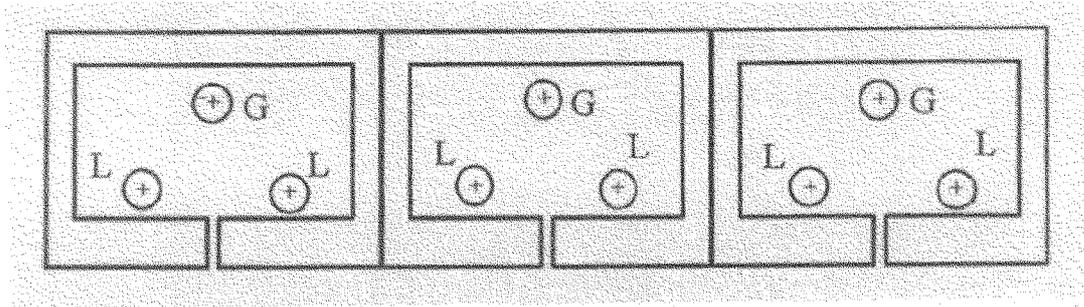


Figura 4

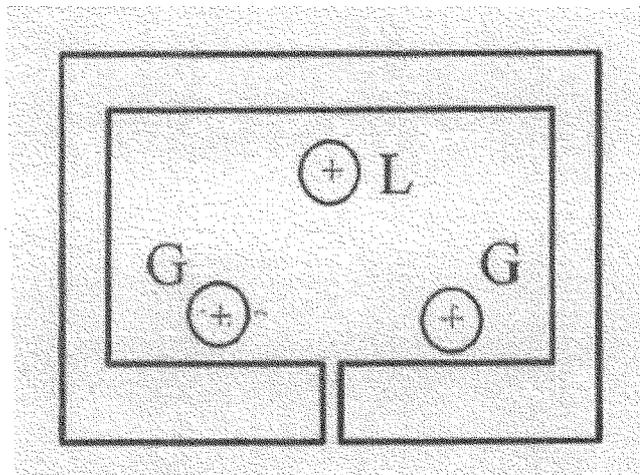


Figura 5

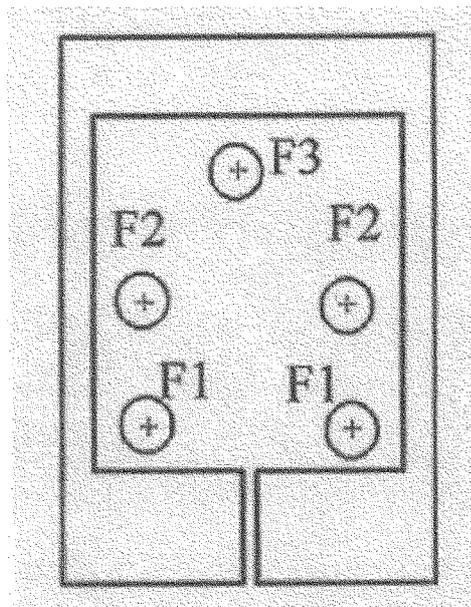


Figura 6

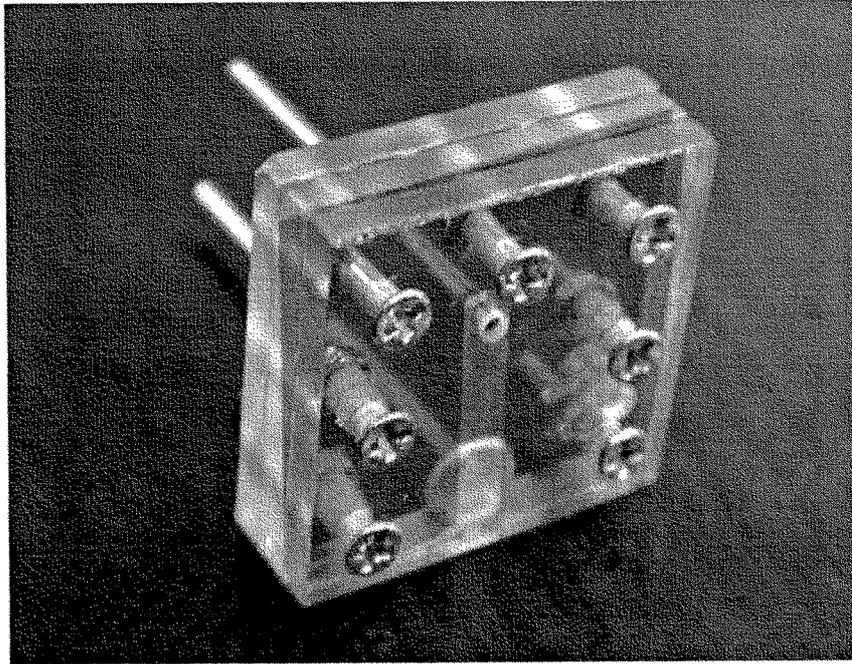


Figura 7

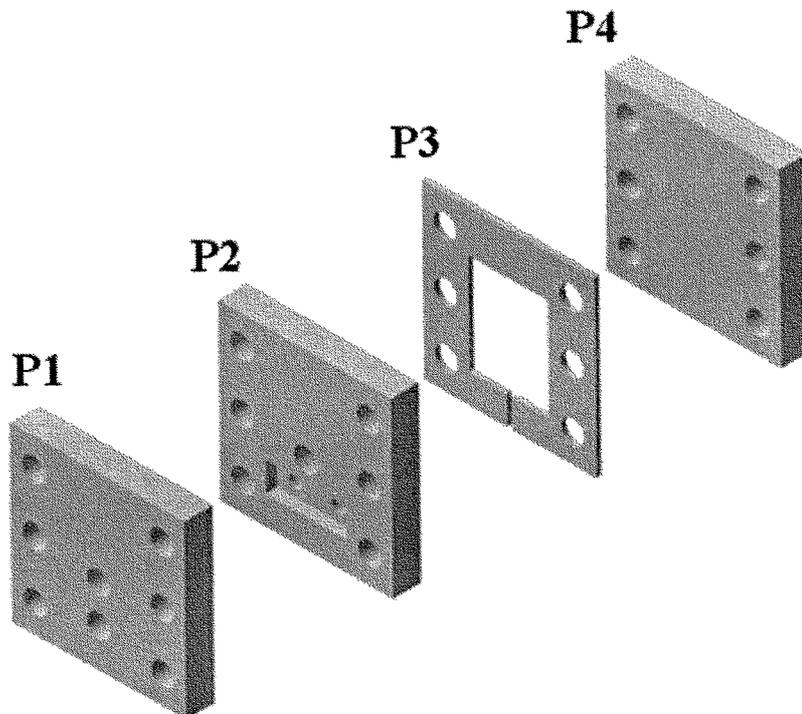


Figura 8

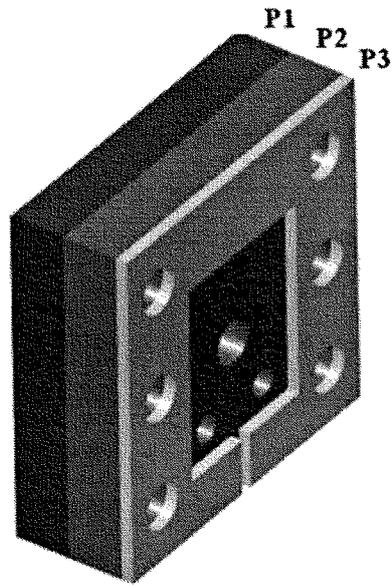


Figura 9

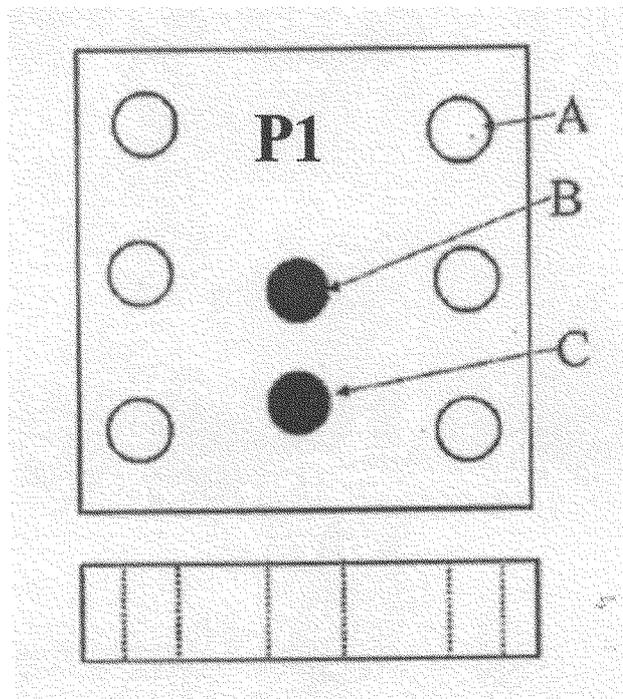


Figura 10

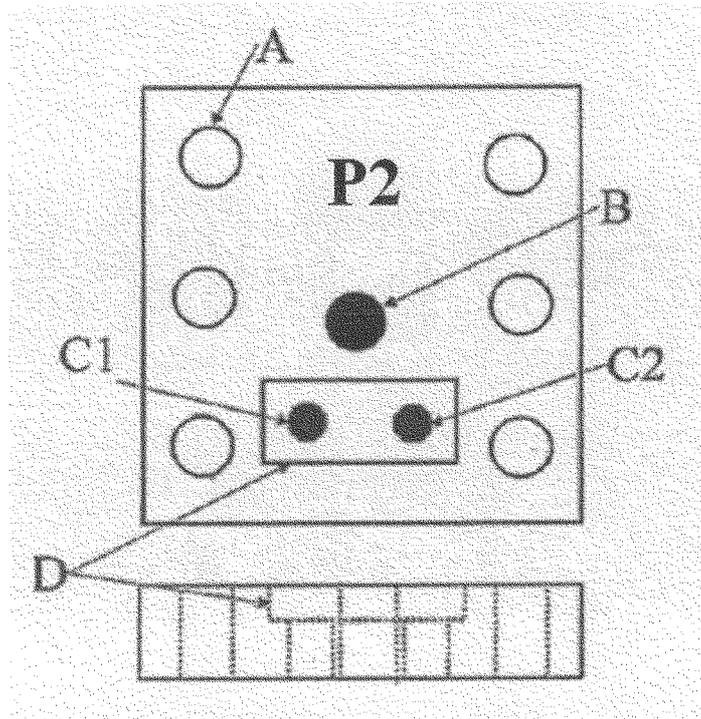


Figura 11

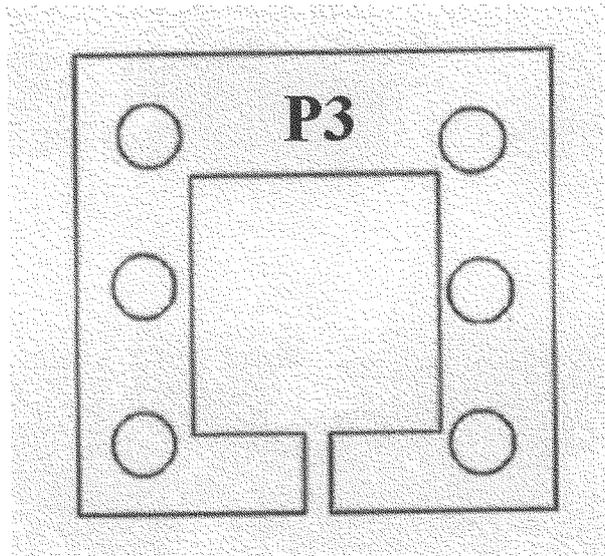


Figura 12

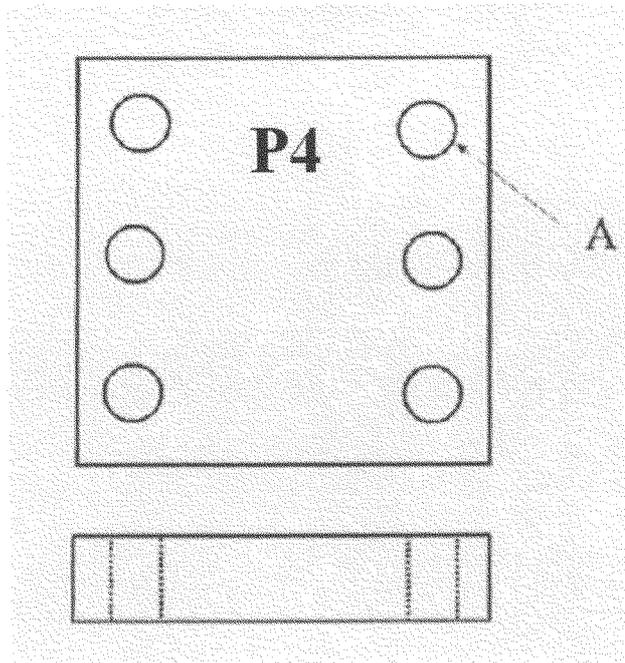


Figura 13

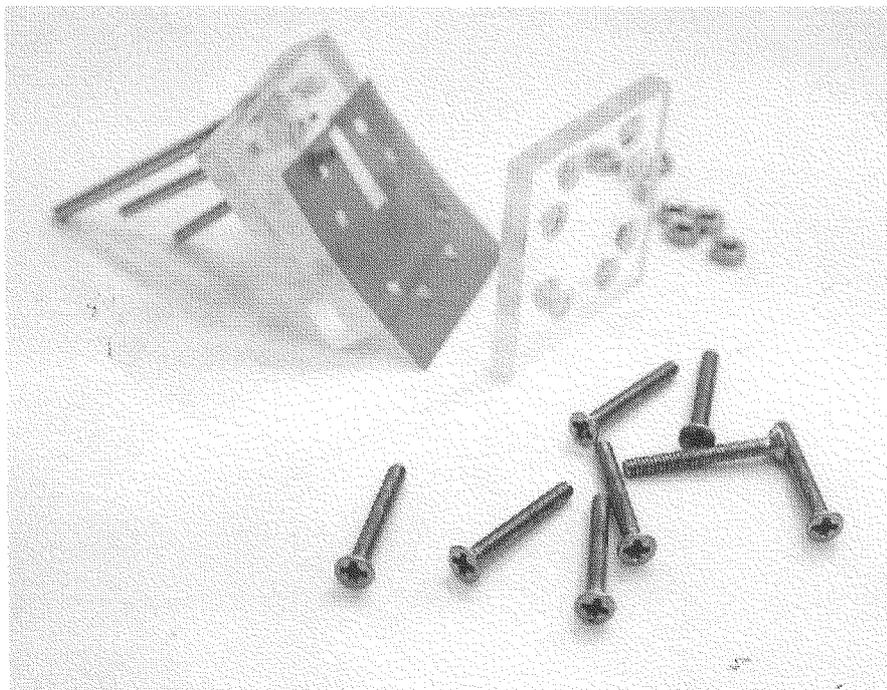


Figura 14

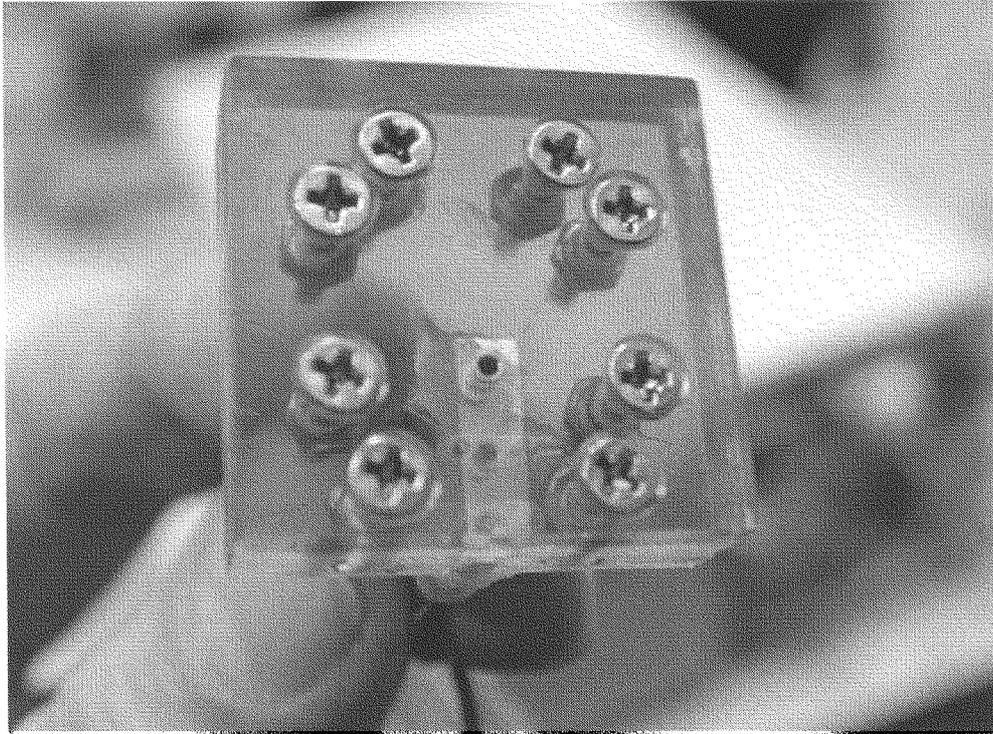


Figura 15

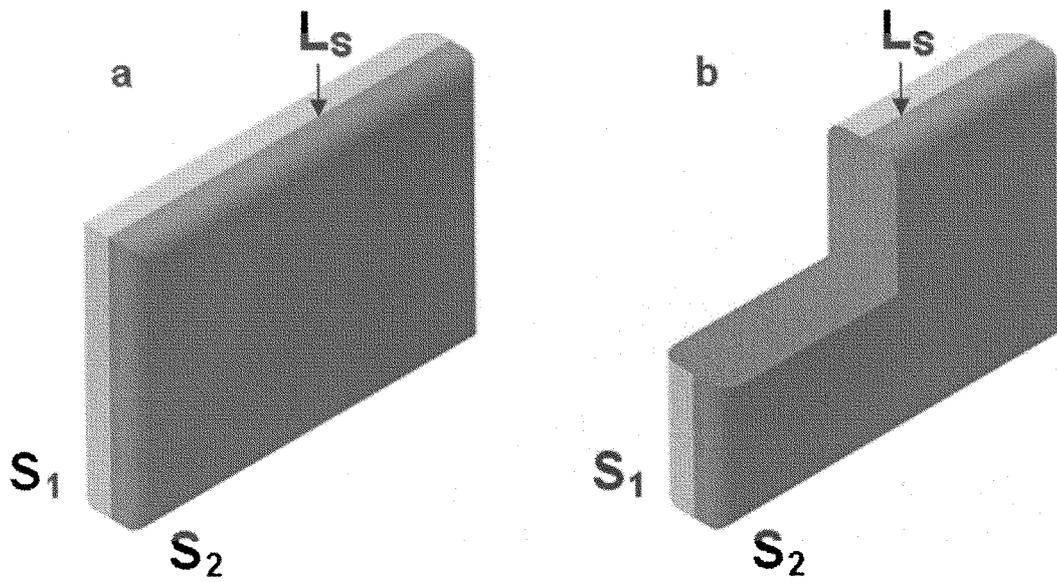


Figura 16



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 264 289

② Nº de solicitud: 200300169

③ Fecha de presentación de la solicitud: 17.03.2003

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.: **B05B 7/04** (2006.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 6352209 B1 (SKEATH et al.) 05.03.2002, columna 2, líneas 45-57; columna 3, líneas 12-20; columna 4, línea 57 - columna 6, línea 9; columna 8, líneas 18-25; columna 8, línea 59 - columna 9, línea 51; columna 10, líneas 32-41; columna 12, línea 30 - columna 13, línea 17; figuras 1-4,7-8,14-16,21-22,28.	1-4,6
Y		5
Y	US 5119116 A (YU) 02.06.1992, columnas 5-6; figuras 1A-3C.	5
X A	US 5901908 A (GOENKA et al.) 11.05.1999, todo el documento.	1-3 6
A	US 4850537 A (GOURDINE) 25.07.1989, columna 4, línea 18 - columna 6, línea 6; figuras 1-5.	1-2,6
A	EP 835952 A1 (ILLINOIS TOOL WORKS) 15.04.1998	

#### 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 nº:

Fecha de realización del informe

21.11.2006

Examinador

L. Dueñas Campo

Página

1/1