



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 350 208**

② Número de solicitud: 200802396

⑤ Int. Cl.:

**B05B 7/04** (2006.01)

**B05B 7/06** (2006.01)

**B05B 7/10** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **08.08.2008**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **20.01.2011**

Fecha de la concesión: **25.10.2011**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **07.11.2011**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**07.11.2011**

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

⑱ Inventor/es: **Gañán Calvo, Alfonso M. y  
Herrada Gutiérrez, Miguel Ángel**

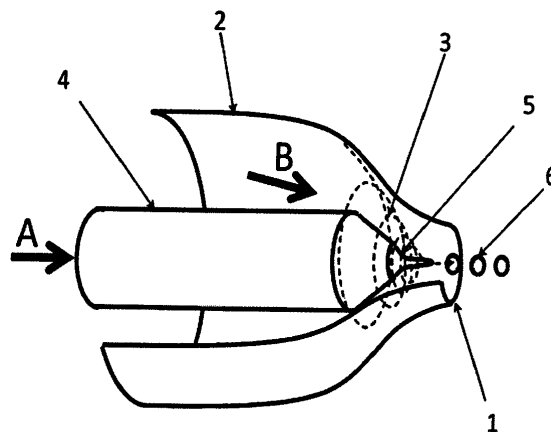
⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Método para la producción de micro- y nano-burbujas monodispersas mediante co-flujo giratorio.**

㉑ Resumen:

Método para la producción de micro- y nano-burbujas monodispersas mediante co-flujo giratorio.

El objeto de esta invención es un método para producir micro-burbujas de tamaño uniforme utilizando un flujo co-axial de líquido que está sometido a una elevada velocidad angular en la dirección de la corriente, generándose un tamaño de burbuja mucho menor que el producido por ningún otro método que utilice co-flujo. El gas que forma las micro-burbujas es inyectado coaxialmente a través de un tubo capilar posicionado en la cercanía de un orificio generalmente circular o una tobera convergente con simetría de revolución, a través del cual descarga la corriente co-axial rotatoria de líquido y las burbujas de gas. La rotación del líquido genera una alta depresión en el eje de giro, formando chorros de gas extraordinariamente finos que dan lugar a burbujas de tamaño comparable muy pequeñas. Esta invención tiene muchas aplicaciones en tecnologías de alimentación, farmacia, biomedicina, diagnóstico, ingeniería química, y medio ambiente.



ES 2 350 208 B1

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

## DESCRIPCIÓN

Método para la producción de micro- y nano-burbujas monodispersas mediante co-flujo giratorio.

### Objeto de la invención

El objeto de esta invención es un método para producir micro-burbujas de tamaño uniforme utilizando un flujo co-axial de líquido que está sometido a una elevada velocidad angular en la dirección de la corriente, generándose un tamaño de burbuja mucho menor que el producido por ningún otro método que utilice co-flujo. El gas que forma las micro-burbujas es inyectado coaxialmente a través de un tubo capilar posicionado en la cercanía de un orificio generalmente circular o una tobera convergente con simetría de revolución, a través del cual descarga la corriente coaxial rotatoria de líquido y las burbujas de gas. La rotación del líquido genera una alta depresión en el eje de giro, formando chorros de gas extraordinariamente finos que dan lugar a burbujas de tamaño comparable muy pequeñas. Esta invención tiene muchas aplicaciones en tecnologías de alimentación, farmacia, biomedicina, diagnóstico, ingeniería química, y medio ambiente.

### Sector de la técnica

Esta invención se encuadra en el sector de la tecnología industrial, para la mezcla eficiente de una fase gaseosa en una fase líquida, donde la fase gaseosa constituye la llamada fase dispersa y el líquido la fase continua. En particular, se trata de maximizar la superficie de contacto entre las dos fases mencionadas por unidad de volumen de fase dispersa, lo cual implica reducir lo más posible el tamaño de las burbujas.

También se encuadra esta invención en el sector de la medicina clínica, biomedicina y diagnóstico, en aplicaciones como la oxigenación sanguínea, el contraste ultrasónico para diagnóstico por la imagen, o la perfusión celular controlada mediante excitación ultrasónica. Excepto en el caso de los contrastes ultrasónicos, que ya están bastante desarrollados, estas técnicas son conocidas desde hace tiempo, pero no han sido aplicadas masivamente porque no se ha desarrollado aún una metodología robusta, controlable y escalable que permita generar masivamente microburbujas lo suficientemente pequeñas y de tamaño homogéneo.

Otro sector en el que también se encuadra esta invención es el medioambiental, para la alimentación de cultivos de microalgas con CO<sub>2</sub>, la oxigenación de piscifactorías, la depuración de aguas residuales, y la disolución y secuestro masivo de CO<sub>2</sub>.

### Estado de la técnica

Existen una gran multitud de métodos para producir burbujas pequeñas. Entre los métodos más antiguos destacan: la agitación vigorosa y mezclado de las dos fases; el paso forzado de las dos fases a través de pequeños orificios una o varias veces; el paso forzado del gas a través de membranas porosas (Blach Vizoso, 1997, US pat. 10736212); la descarga del gas a través de pequeños orificios o tubos alrededor de los que se fuerza una corriente de líquido (Dávila, WO/2007/096443), etc. También se pueden generar masivamente burbujas de pequeño tamaño disolviendo cierta cantidad de gas mientras se somete a presión el líquido, y descomprimiéndolo posteriormente.

Otros métodos más sofisticados emplean geometrías convergentes para enfocar la corriente de gas mediante la corriente de líquido. En particular, en la tec-

nología conocida como "Flow Focusing" se fuerza un líquido a pasar a través de un orificio o estrechamiento mientras que se inyecta la fase gaseosa aguas arriba del orificio y suficientemente cerca de éste para que se forme un menisco capilar estacionario en forma de cúspide, de cuyo vértice emana una corriente de microburbujas (Gañán-Calvo 1997, US pat. 6,197,835; Gañán-Calvo y Gordillo 2001, *Phys. Rev. Lett.* **87**, 274501).

A excepción del método termodinámico de la compresión y descompresión del líquido, los métodos mecánicos anteriores producen burbujas que, en el caso de aire en agua, no son menores de unas 30 micras si se consigue un tamaño homogéneo; pueden alcanzarse tamaños más pequeños pero muy heterogéneos. Como consecuencia, no pueden ser empleados en aplicaciones tan sofisticadas como la perfusión celular controlada, la oxigenación sanguínea o la infusión directa de gases terapéuticos en el torrente sanguíneo.

El efecto de introducir giro en el proceso de rotura capilar de un chorro de líquido rodeado de gas o de un chorro de gas rodeado de líquido ha sido analizado de forma teórica en la literatura científica por medio de análisis de estabilidad. Por ejemplo, la aplicación de giro a un chorro de gas inyectado en un co-flujo de líquido que no gira tiene un efecto desestabilizador en el proceso de rotura (Parthasarathy y Subramaniam 2001, *Phys. Of Fluids.* **13**, 2845). Resultados similares se encuentran cuando se inyecta un chorro giratorio de líquido en un co-flujo de gas libre de giro, es decir, el chorro se desestabiliza al aumentar el giro (Kang y Lin, 1989, *Int. J. Eng. Fluid Mech.* **16**, 2052). Por el contrario, cuando es el fluido externo el que gira mientras que el chorro está libre de giro, el efecto es inverso: el giro estabiliza. Se demostró en el caso de un chorro de gas inyectado en un co-flujo giratorio de líquido (Lian y Lin, 1990, *Phys. Fluids A* **2**, 2134). Hay estudios que llegan a la misma conclusión cuando un chorro de líquido es inyectado en un co-flujo giratorio de gas (Liao, Jeng, Jog y Benjamin 2000, *J. Fluid Mech.* **424**, 1-20). En este último caso, la presencia de giro en el gas externo inhibía el desarrollo de los modos helicoidales de rotura del chorro de líquido. La idea principal es hacer uso de los resultados teóricos mencionados que prevén una estabilización de la corriente de gas por la presencia de un co-flujo giratorio de líquido.

### Descripción de las figuras

Figura 1.- La figura 1 muestra un esquema de la invención. La línea a trazos 3 indica un ejemplo de línea de corriente típica en espiral, exhibiendo un giro coaxial con la dirección de descarga de los fluidos a través del orificio de salida 1. El tubo capilar 4 inyecta un caudal dado de fluido A aproximadamente en el eje de simetría axial de la salida 1, a través de la cual descarga el fluido B inyectado aguas arriba en la cámara 2. El fluido A puede formar, a la salida del tubo 4, un menisco 5 en forma de cúspide de cuyo vértice emerge una corriente de micro-burbujas o microgotas 6.

Figura 2.- La figura 2 muestra la sección lateral (con simetría de revolución) para un ejemplo de operación y condiciones geométricas dadas. Los números de los ejes indican medidas en décimas de milímetros. Líquido A: aire; líquido B: agua. Velocidad máxima del aire en la entrada del tubo de alimentación (cota z=0): 0.05 m/s. El perfil de velocidades en la en-

trada se supone parabólico. Velocidad axial máxima del agua en la entrada (perfil parabólico): 1 m/s. (a) Sin giro; (b) Con un giro coaxial de 1 m/s (perfil acimutal plano) para el agua en el centro de la sección de entrada del agua a la cámara. Este ejemplo ha sido obtenido mediante simulación numérica directa y completa (todos los efectos incluidos en todos los dominios: inercia, viscosidad, tensión superficial), usando la técnica de los elementos de volumen ("Volumes of Fluid", VOF). Compruébese la enorme reducción del tamaño de las burbujas resultantes debida al giro coaxial en este ejemplo bajo las mismas condiciones de caudal para ambos fluidos: mientras que sin giro se obtienen burbujas de 50 micras, con giro se obtienen burbujas de tamaño inferior a 10 micras, cuyo volumen es inferior al 1% de las anteriores, y se produce 5 veces más superficie entre las dos fases por unidad de volumen de gas dispersado.

Figura 3.- Fotografía de un dispositivo construido en base al método descrito en esta invención. Consta de un tubo de vidrio de 4 mm de diámetro exterior, con un diámetro interior de 1.2 mm, y que termina en una tobera como se ilustra. El gas es inyectado a través de un tubo de óxido de silicio de 365 micras diámetro externo y 100 micras de diámetro interno, terminado en un extremo cónico, que se monta concéntricamente en el tubo de vidrio mediante un hilo de acero inoxidable de 0.4 mm de diámetro en forma de espiral, como se indica en la figura. Dicho hilo en espiral cumple dos papeles: asegura la concetricidad del tubo de gas, e induce el necesario flujo giratorio al líquido que se fuerza a pasar entre el tubo de gas y el tubo exterior con la tobera, como se indica en la figura.

Figura 4.- Detalle del funcionamiento del dispositivo produciendo micro-burbujas en agua, en condiciones en las que, en ausencia de giro inducido, las burbujas eran 10 veces mayores en volumen. El diámetro mínimo de la tobera de la fotografía es 120 micras.

### Descripción de la invención

En esta invención se propone un método de generación de microburbujas de tamaño homogéneo y mucho más pequeño que el producido por la técnica "Flow Focusing" a igualdad de condiciones de operación (caudales de gas y líquido descargados y presión de alimentación), utilizando una geometría análoga a la de esta última técnica, pero forzando al líquido a girar en la dirección de la corriente, de manera que las líneas de corriente del líquido son hélices coaxiales. Para ello, el orificio de salida ha de ser sustancialmente circular, y el gas debe ser alimentado de forma sustancialmente coaxial y axilsimétrica respecto del orificio de descarga (ver Figura 1).

Así, esta invención hace uso de la distribución radial de presiones que se produce en un flujo giratorio de líquido, enfocado o forzado a discurrir a través de un orificio o canal de sección circular, para estabilizar una corriente de gas inyectada en su eje de giro. La corriente de gas mencionado, en forma de menisco con cúspide y con dimensiones típicas entre 1 nanómetro y varios milímetros, es alimentada de forma sustancialmente coaxial con el eje de giro de la corriente de líquido, que a su vez avanza en la dirección de dicho eje. Cuando se desea producir burbujas de tamaño micrométrico, debido a las pequeñísimas dimensiones de la corriente de gas, éste fluye en condiciones en las que las fuerzas de tensión superficial

son dominantes, o al menos importantes. Dichas fuerzas producen finalmente la rotura de la corriente de gas en burbujas de dimensiones conmensurables con las del chorro de gas que se produce en el eje de giro, tras la inyección del gas desde una fuente (e.g. tubo capilar) también coaxial con todo el sistema. Consecuentemente, el resultado final de la inyección de gas en las condiciones mencionadas es una corriente de micro- o nano-burbujas dispersadas en el eje de giro del sistema.

Esta invención se caracteriza por que el dispositivo hace uso de una geometría axilsimétrica del tipo "flow focusing", en la cual se fuerza una corriente de fluido "enfocante" a circular a través de un orificio o canal de sección circular desde otro ámbito o cámara aguas arriba, de dimensiones sustancialmente mayores que las del mencionado orificio o canal de salida. Dicha corriente se produce siempre para esta invención en condiciones en las que las fuerzas de viscosidad son menos importantes que la inercia del fluido. En esta invención, el fluido enfocado siempre es un líquido. El fluido enfocado puede ser un gas o un líquido de densidad más baja que la del fluido enfocante.

Además, también se caracteriza esta invención por que el propio fenómeno de "enfocamiento", por conservación del momento cinético, produce una amplificación o magnificación de la velocidad de giro existente aguas arriba, o incluso puede crear las condiciones para las que cualquier irregularidad acimutal del dispositivo produzca asimetrías que se convierten en un giro intenso cuando el fluido atraviesa la salida.

Más aun, esta invención también está caracterizada por que cuando se inyecta en el eje de giro de la corriente giratoria coaxial de líquido una corriente de un fluido de menor densidad, por ejemplo un gas, éste tiende a ocupar la región donde la presión es menor, es decir, el eje de giro. Si dicha corriente forma un chorro continuo, la tendencia mencionada a permanecer en el eje de giro es contrapuesta a la que provocan las fuerzas de tensión superficial que se originan en la entrefase entre los dos fluidos, si ambos son inmiscibles. El resultado de la mencionada contraposición de fuerzas es que el chorro producido se estabiliza, y por tanto puede inyectarse en forma de chorro localmente estable un caudal mucho menor que en ausencia de giro. En otras palabras: en ausencia de giro, la corriente inyectada gotearía sin formar chorro para las condiciones en las que, con giro, la misma corriente inyectada formaría un finísimo chorro. Una vez que el chorro formado en el eje de giro discurre aguas abajo a lo largo de una cierta distancia, las perturbaciones naturales del sistema son amplificadas por la tensión superficial y, finalmente, la perturbación de longitud de onda que crece más rápidamente rompe a chorro en forma de burbujas o gotas de tamaño comparable al del diámetro del chorro formado aguas arriba.

Una característica fundamental de esta invención es que las burbujas generadas son mucho más pequeñas que las que se producen bajo las mismas condiciones de flujo axial y la misma geometría, pero sin giro.

Además, es necesario apuntar también que otra característica de esta invención, compartida con otras invenciones microfluídicas, es que la importancia de las fuerzas de tensión superficial hace que la diferencia de velocidad de crecimiento entre las perturbaciones de distintas longitudes de onda sea muy signifi-

cativa, y por tanto el sistema actúa como un filtro dinámico extraordinariamente efectivo: tan efectivo que no sólo favorece el crecimiento de una sola longitud de onda frente a las demás, sino que la perturbación filtrada actúa como "semilla" de realimentación aguas arriba, produciéndose un "bloqueo" del sistema en torno a una sola frecuencia (o varias parecidas). Como consecuencia de este fenómeno esencialmente provocado por la tensión superficial, las burbujas o gotas resultantes son de tamaño fundamentalmente homogéneo.

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

Se ha construido un dispositivo en base al método descrito en esta invención. Para ello se ha utilizado un tubo de vidrio terminado en una tobera de descarga de diámetro mínimo en la salida igual a 120 micras, como se muestra en la figura 3. Otro tubo capilar de óxido de silicio (sílica) de diámetro interior 100 micras, se monta coaxialmente en el interior del tubo de vidrio mencionado. El gas es forzado a través del tubo de sílica, mientras que el líquido se fuerza a través del

interior del tubo de vidrio, en dirección de la tobera de descarga. La concetricidad entre los dos tubos se asegura mediante un hilo de acero inoxidable enrollado en forma de una espiral ajustada al diámetro del tubo de vidrio como se indica en la figura. Dicha espiral tiene el papel fundamental de inducir un giro elevado en la corriente del líquido que se fuerza a pasar entre los dos tubos. En las distintas combinaciones de presión y caudal ensayadas utilizando co-flujo giratorio mediante este dispositivo, las burbujas obtenidas han sido 10 veces menores en volumen que las obtenidas en experimentos convencionales de co-flujo. La escala de la fotografía se puede deducir sabiendo que el diámetro mínimo de la tobera de la fotografía es 120 micras. Las burbujas no pueden apreciarse debido a la alta frecuencia de producción, y que correspondería a la zona con forma de chorro más difuso en la fotografía de la figura, justo antes de diámetro mínimo de la tobera y después del diámetro mínimo del chorro capilar que sale del tubo interno.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Método para la generación de burbujas o gotas cuyo diámetro es entre 1 nanómetro y 1 centímetro, de un fluido A dispersado en otro fluido B, inmisible con el primero y de mayor densidad que éste, **caracterizado** por que

- a. El fluido B es forzado a fluir a través de un orificio o canal convergente (1) de sección sustancialmente circular, de tamaño entre 10 nanómetros y 100 milímetros, desde una cámara o recinto de mayores dimensiones (2).
- b. El fluido B es forzado desde dicha cámara a girar coaxialmente (3) con el eje del orificio de salida, mediante una o varias de las siguientes soluciones: haciendo girar todo el conjunto de los dos fluidos sobre el eje; inyectando el fluido B desde la cámara con una componente de giro de dirección sustancialmente coaxial con el orificio de salida, o forzando dicho giro coaxial con el orificio de salida en la propia cámara mediante elementos fijos o móviles de deflexión del flujo; en cualquiera de los casos, se produce necesariamente una amplificación del giro mencionado conforme al principio de conservación del

momento cinético cuando dicho fluido B atraviesa la salida (1).

- c. El fluido A es inyectado coaxialmente en la corriente del fluido B desde una fuente (4) situada en la cámara mencionada, en las proximidades del orificio o canal de salida, en forma de un chorro o menisco capilar convergente (5). Ambos fluidos A y B fluyen coaxialmente a lo largo del eje de rotación del fluido B a través del orificio o canal de salida (1).
- d. La corriente de fluido A en forma de chorro rompe en gotas o burbujas (6) en el orificio de salida (1) o aguas debajo de éste, de manera que inicialmente dichas gotas o burbujas fluyen sustancialmente alineadas en el eje de giro del fluido B.

2. Método para la generación de burbujas o gotas según la reivindicación 1, **caracterizado** por que las burbujas o gotas generadas son de tamaño sustancialmente homogéneo, con variaciones relativas inferiores al 50% en torno al valor medio obtenido bajo condiciones de operación estacionarias.

3. Método para la generación de burbujas o gotas según las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** por que los elementos de deflexión del flujo comprenden aletas, canales o guías dispuestos helicoidalmente.

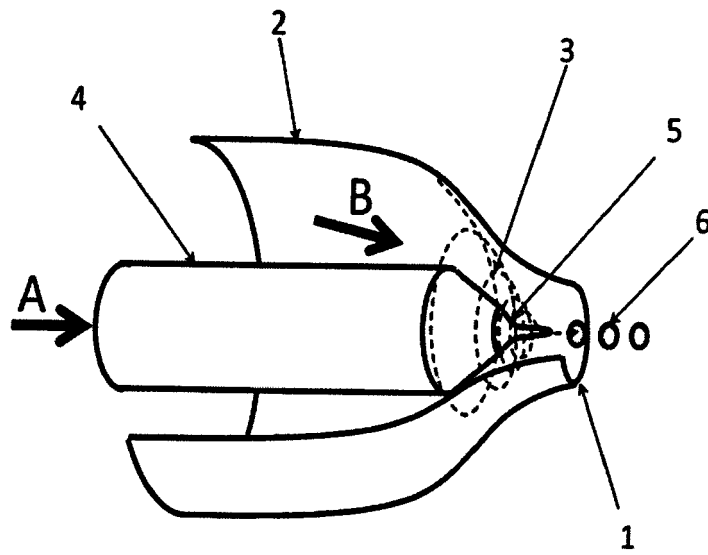
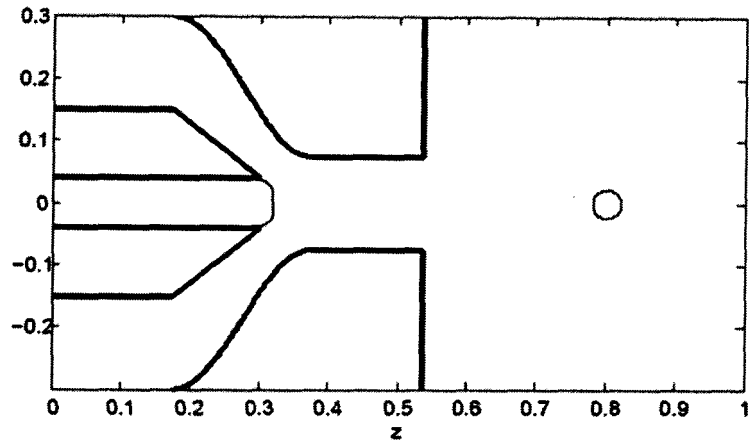
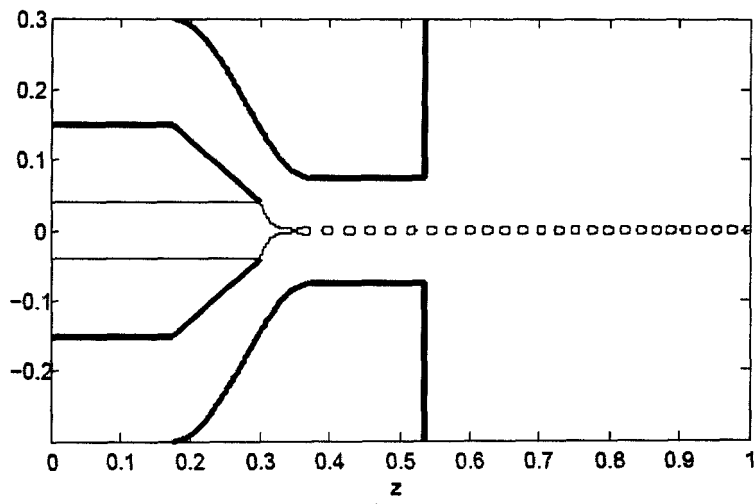


Figura 1



(a)



(b)

Figura 2

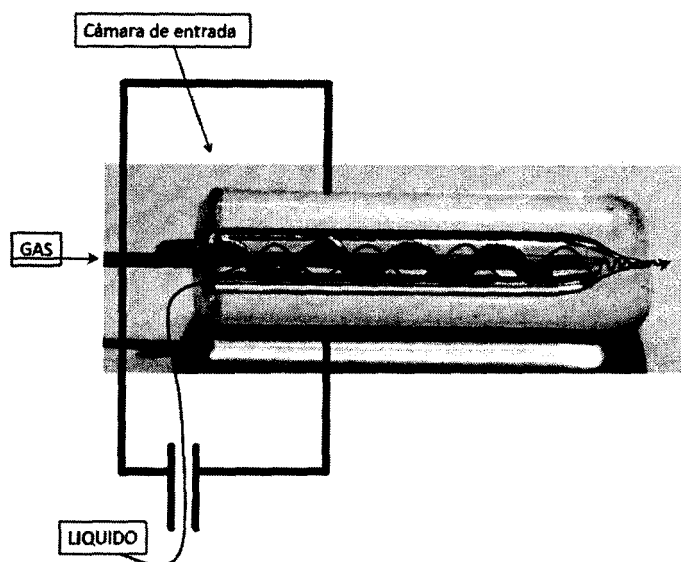


Figura 3

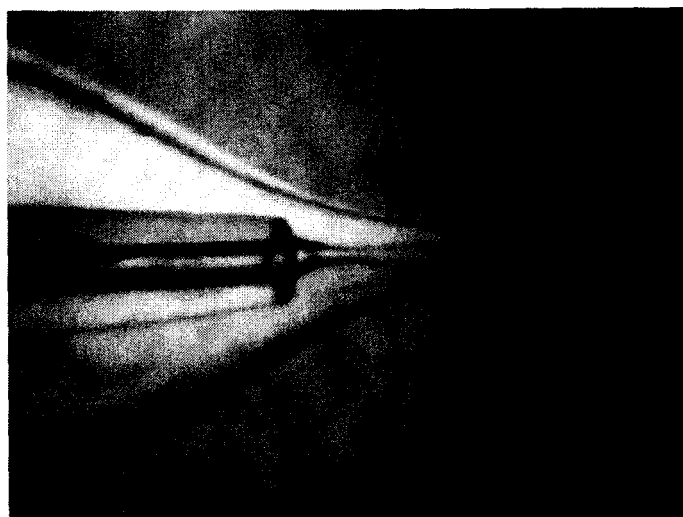


Figura 4





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud:200802396

②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.08.2008

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 4473185 A (PETERSON FOLKE K et al.) 25.09.1984, columna 1, líneas 6-63; columna 3, línea 58 – columna 4, línea 32; figuras 1A-1C.	1-3
X	GB 958100 A (CHISELHURST INC) 13.05.1964, página 2, líneas 38-47; página 3, líneas 45-69; figuras 3,3a.	1-3
X	US 3172735 A (KENNETH M.BARCLAY et al.) 09.03.1965, columna 1, línea 10 - columna 3, línea 8; figura.	1-3
X	US 2592297 A (ROBERT LAGUILHARRE PIERRE) 08.04.1952, columnas 1,2; columna 4, líneas 18-65; columna 6, líneas 67-74; figura 4.	1-3
X	WO 9702096 A1 (UNIWAVE INC) 23.01.1997, columna 1, línea 53 – columna 2, línea 9; columna 3, línea 18 – columna 4, línea 65; figuras 2-4.	1-3

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  
14.12.2010

Examinador  
M. Ramos Asensio

Página  
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**B05B7/04** (01.01.2006)

**B05B7/06** (01.01.2006)

**B05B7/10** (01.01.2006)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

B05B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.12.2010

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-3	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-3	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4473185 A (PETERSON FOLKE K et al.)	25.09.1984
D02	GB 958100 A (CHISELHURST INC)	13.05.1964

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 revela un método para la producción de microgotas, consistente en inyectar un fluido en un tubo e introducir un flujo de gas externo y concéntrico al anterior a través de deflectores de flujo que crean una corriente de gas en forma de espiral (col. 3, lín. 60-68, fig.1A, 1B y 1C).

El método para la generación de gotas de la reivindicación 1 se diferencia del divulgado en el documento D01 en las siguientes características:

- El fluido que gira es el de mayor densidad.
- El canal de salida tiene forma de aguja o menisco capilar.

Con respecto a la 1ª característica, en la página 4 de la descripción de la presente solicitud se comentan unos estudios realizados en este campo, en concreto uno que demuestra que cuando un chorro de gas se inyecta en un flujo giratorio de líquido (más denso), se estabiliza la rotura del chorro, lo que significa que las gotas formadas son de tamaño homogéneo, que es lo que constituye la solución al problema técnico. Por lo tanto, es la propia solicitud la que divulga la única característica esencial contenida en la reivindicación principal 1.

Con respecto a la 2ª diferencia, el chorro del fluido en el documento D01 es dispersado a modo de spray en el canal de salida, produciéndose una violenta colisión del fluido con el flujo de gas (fig.1A), lo que produce el mismo efecto técnico que la forma de aguja o menisco capilar, es decir, la formación de burbujas o gotas homogéneas.

Por consiguiente, la invención contenida en la reivindicación 1 carece de actividad inventiva.

En el método del documento D02 se introduce un líquido en un flujo de gas altamente turbulento para obtener una máxima ruptura del líquido, formando partículas tipo aerosol (pág.3, lín.45-69, fig.3). Es conocido del estado de la técnica que la turbulencia favorece una mejor difusión del gas en el líquido, por lo que la invención no difiere de la técnica descrita en D02 en ninguna forma esencial para conseguir el mismo efecto técnico, considerándose evidente para un experto en la materia.

La reivindicación 2 es de resultado y no tiene características técnicas que ayuden a definir el método de mezcla de dos fluidos.

Los elementos de la reivindicación 3 son detalles constructivos conocidos del estado de la técnica.

Por lo tanto, las reivindicaciones 1-3 carecen de actividad inventiva de acuerdo al Art. 8 de la Ley de Patentes 11/86.