



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 265 270**

② Número de solicitud: 200500981

⑤ Int. Cl.:
B05B 7/04 (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

⑫ Fecha de presentación: **18.04.2005**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2007**

Fecha de la concesión: **27.11.2007**

⑮ Fecha de anuncio de la concesión: **01.01.2008**

⑯ Fecha de publicación del folleto de la patente:
01.01.2008

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

⑱ Inventor/es: **Gañán Calvo, Alfonso M.**

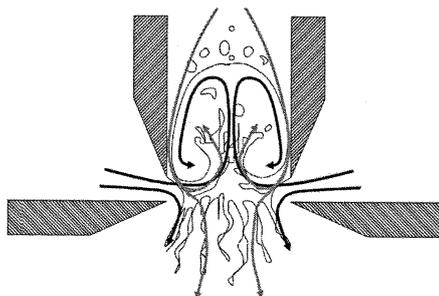
⑳ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Procedimiento y dispositivo para micro-mezclado de fluidos mediante célula de reflujo.**

㉑ Resumen:

Procedimiento y dispositivo para micro-mezclado de fluidos mediante célula de reflujo.

La presente invención describe un procedimiento y dispositivo para el mezclado o la interpenetración de fases a escala micrométrica de dos o más fluidos miscibles o inmiscibles molecularmente. Rasgos específicos de esta invención son la ausencia de partes móviles (excepto los propios fluidos), su funcionamiento en línea en el propio sistema de conducciones de los fluidos, su tasa de mezclado extremadamente alta, y la escala diminuta del dispositivo basado en el procedimiento descrito. El régimen fluido que produce el mezclado o interpenetración de las fases consiste en una célula de reflujo, que se origina en el tubo de alimentación de una de las dos fases (fluido interceptado) por la invasión a contracorriente de la otra fase (fluido invasor). Dicho régimen fluido es causado por el encuentro entre las fases a mezclar a través de una encrucijada especial que recibe a las fases a velocidades dispares y con una orientación aproximadamente perpendicular. Dicha disparidad de velocidades es condición esencial para el funcionamiento de la presente invención: el fluido invasor, esto es, la fase que transporta una mayor cantidad de movimiento por unidad de masa, invade el conducto por el que es eyectada la otra fase (fluido interceptado), produciéndose una célula de mezclado próxima a la salida, en el interior del conducto de alimentación del fluido interceptado. En esta invención se describen específicamente varias geometrías particulares que maximizan la eficiencia energética del proceso de mezclado, y en particular se describe un sistema de atomización de líquidos de muy alta eficiencia.



ES 2 265 270 B1

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

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para micro-mezclado de fluidos mediante célula de reflujo.

5 **Objeto de la invención**

La presente invención describe un procedimiento y dispositivo para el mezclado o la interpenetración de fases a escala micrométrica de dos o más fluidos miscibles o inmiscibles molecularmente. Rasgos específicos de esta invención son la ausencia de partes móviles (excepto los propios fluidos), su funcionamiento en línea en el propio sistema de conducciones de los fluidos, su tasa de mezclado extremadamente alta, y la escala diminuta del dispositivo basado en el procedimiento descrito. El régimen fluido que produce el mezclado o interpenetración de las fases consiste en una célula de reflujo, que se origina en el tubo de alimentación de una de las dos fases (*fluido interceptado*) por la invasión a contracorriente de la otra fase (*fluido invasor*). Dicho régimen fluido es causado por el encuentro entre las fases a mezclar a través de una encrucijada especial que recibe a las fases a velocidades dispares y con una orientación aproximadamente perpendicular. Dicha disparidad de velocidades es condición esencial para el funcionamiento de la presente invención: el fluido invasor, esto es, la fase que transporta una mayor cantidad de movimiento por unidad de masa, invade el conducto por el que es eyectada la otra fase (fluido interceptado), produciéndose una célula de mezclado próxima a la salida, en el interior del conducto de alimentación del fluido interceptado. En esta invención se describen específicamente varias geometrías particulares que maximizan la eficiencia energética del proceso de mezclado, y en particular se describe un sistema de atomización de líquidos de muy alta eficiencia.

Descripción de la invención**Estado de la técnica**

La producción de sistemas multifásicos de escala pequeña es de alto interés para múltiples aplicaciones de la industria farmacéutica, alimentaria, agronómica y científica. Entre dichos sistemas de multifásicos se cuenta con emulsiones, espumas o aerosoles. La producción de éstos por vías puramente fluidodinámicas, y en particular por vía neumática, da lugar a numerosas aplicaciones y desarrollos industriales, tecnológicos, científicos y de la vida cotidiana. Los aerosoles han sido usados en numerosos campos tecnológicos, en particular como medio para tratar las enfermedades de las vías respiratorias mediante la nebulización de medicamentos líquidos. La administración de fármacos en forma de aerosol por vía inhalatoria permite obtener concentraciones adecuadas de medicamentos en el aparato respiratorio minimizando los efectos secundarios. Asimismo son muy conocidas las aplicaciones en el sector agronómico, para pulverización de plaguicidas, por ejemplo en tratamientos de desinsectación. Se utilizan para ello equipos manuales o automáticos (portátiles, montados en vehículos), que permiten una aplicación dirigida y cierta capacidad de regular el grosor de la gota, cuyo diámetro suele variar entre las 100 y las 500 micras. Cuando los tamaños de gota son inferiores, entre 50 - 100 micras, suele usarse el término nebulización: en las aplicaciones de insecticida, ello aumenta la capacidad de flotación del preparado así como la extensión cubierta cuando se produce la deposición de las gotas.

Son diversos los principios tecnológicos aplicables al mezclado (en el caso de que las fases que confluyen sean molecularmente miscibles) o interpenetración íntima de una o más fases. En lo que sigue se citan los precedentes más cercanos basados en vías puramente fluidodinámicas.

La llamada tecnología Flow Focusing (FF) (Gañán-Calvo 1998, *Physical Review Letters* 80, 285), mediante el uso de una geometría especial, utiliza la vía neumática para generar microchorros de líquido que posteriormente, pasado el orificio de salida, se rompen en gotas de tamaño muy pequeño y sustancialmente homogéneo. Esta última tecnología también es capaz de generar micro-chorros de líquido mediante otro líquido en lugar de gas, o bien puede generar micro-chorros de gas en el seno de un líquido (el mismo líquido u otro diferente usado como forzador, es decir, con el mismo papel desempeñado por el gas en el procedimiento neumático), con lo cual se generan microburbujas de tamaño perfectamente homogéneo.

Posteriormente, la patente WO 0076673 (D1) propuso una configuración de flujo, denominada *violent flow focusing*; a diferencia de FF, el gas enfocante tiene aquí un flujo esencialmente radial y centrípeto (*flujo-diafragma*), dirigido concéntricamente en una capa delgada que intercepta la salida del líquido en una superficie de flujo transversal al eje de movimiento del líquido. Como se explica en D1, el gas procede de una cámara de presión, y la intensa interacción que se produce entre la fase líquida, cuyo movimiento es esencialmente axial, y la fase gaseosa, dirigida radialmente, da lugar a una inmediata transferencia de cantidad de movimiento. Como se describe en D1, sin embargo, el líquido sale a la atmósfera exterior en forma de chorro. Además, también se declara en dicha patente que el tamaño de las gotas tiene una dependencia muy pequeña respecto del caudal de líquido atomizado, al menos a lo largo del rango paramétrico de caudales que se reivindica allí. Es también notable destacar por su importancia diferencial con la presente invención, que en D1 se reivindica una relación entre el diámetro medio d de las gotas y los parámetros del sistema (el caudal de líquido Q , la presión aplicada ΔP , y las propiedades físicas del líquido: densidad ρ y tensión superficial σ), dada por:

$$65 \quad d/d_0 \approx (Q/Q_0)^{1/5} \quad (1)$$

ES 2 265 270 B1

donde $d_o = \sigma/\Delta P$, y $Q_o = (\sigma^4/(\rho\Delta P^3))^{1/2}$. En D1 se reivindica que el líquido es expelido a través del orificio de salida en forma de un chorro; si el diámetro de ese chorro tiene la siguiente expresión (A.M. Gañán-Calvo 1998, *Physical Review Letters* **80**, 218):

$$d_j \approx (Q/Q_o)^{1/2} d_o \quad (2)$$

entonces tendríamos perfectamente justificada la expresión (1) mediante el modelo de mezcla turbulenta (en una región posterior a la salida del orificio) de Kolmogorov-Hinze (R. Shinnar, 1961, *Journal of Fluid Mechanics* **10**, 259). En efecto, esta teoría nos dice que el diámetro de las gotas producidas por rotura turbulenta tienen una relación con la escala macroscópica del flujo, que estaría dada por d_j , según la siguiente expresión:

$$d/d_j \approx (d_o/d_j)^{0.6} \quad (3)$$

Combinando las expresiones (2) y (3) se obtiene la expresión (1). Los datos declarados en D1 concuerdan muy bien con la ley (1), lo cual concuerda con la presencia del chorro (que se puede detectar también por medios visuales). Por otra parte, se declaran también una serie de restricciones geométricas del dispositivo para que el sistema funcione según se reivindica.

Más recientemente, la solicitud de patente española número P200402333 (D2) de título “Dispositivo y procedimiento para la atomización neumática de líquidos mediante flujo implosivo de gas” describe dispositivos y procedimientos para atomizar un líquido utilizando una configuración similar a la de la presente invención, restringida al caso de un orificio circular y estando la fase líquida rodeada de la fase gaseosa cuando ambas atraviesan el orificio de salida. Además, se describe una variedad de configuraciones posibles para impulsar el líquido mediante la fase gaseosa, que puede ser un vapor.

Con respecto a dichas patentes, la invención aquí descrita introduce una modalidad de mezclado que, por una parte, permite la interacción de dos o más fases arbitrariamente elegidas (no es preciso restringir a chorro líquido central rodeado por corriente gaseosa); por otra parte, no se basa en la fragmentación de un chorro emitido por el tubo central de alimentación, sino en un nuevo principio: la invasión aguas arriba de dicho tubo de alimentación por una corriente invasora procedente del fluido externo. El rasgo, por lo tanto, esencial del procedimiento y dispositivo descritos es la producción de una célula de reflujo, donde se generan escalas de turbulencia que aseguran la más íntima interacción entre las fases que allí confluyen. Por lo tanto, a diferencia con la patente D1, (i) no existe un chorro de una fase rodeado por la otra fase, pasando a través de un orificio de salida, (ii) las restricciones geométricas que se imponen en D1 no son aplicables a la presente invención, y (iii) los tamaños de gota obtenidos, en caso de usarse la presente invención como nebulizador de líquidos, son mucho más pequeños (en algunos casos hasta cinco veces más pequeños) que los declarados en D1. Los atributos de flujo y de diseño que permiten acceder al régimen fluido de la presente invención se describen seguidamente.

Ejemplos de realización de la invención

Ejemplo 1

45 Sistema de atomización neumática de líquidos

Mediante la configuración mostrada en la figura 1, con simetría de revolución, se alimenta un líquido a través de un tubo de sección circular y diámetro interior D . Dicho tubo se encuentra en el interior de una cámara presurizada con un gas que es alimentado desde una o varias entradas a dicha cámara. La boca de salida del tubo es de forma afilada como indica la figura, y está enfrentada a un orificio también circular y de diámetro D situado en una de las paredes de la cámara, de tal manera que los planos que contienen al orificio de la cámara y a la boca de salida del tubo son paralelos y están separados una distancia H . Dicha distancia H es inferior a $D/2$, preferentemente inferior a $D/4$, con lo cual la sección anular de paso lateral de gas entre la boca de salida del tubo y el orificio de salida tiene un área de paso aproximadamente del mismo orden que el área del orificio de salida.

Debido a que la boca de salida del tubo de alimentación del líquido es de forma afilada, la sección anular de paso lateral del gas arriba descrita facilita una descarga expedita para el gas, con pocas o nulas pérdidas por fricción. Consecuentemente, el gas presurizado dentro de la cámara descargará a través de dicha sección a la mayor velocidad que le permita la expansión esencialmente adiabática, para un salto de presiones ΔP entre la cámara y el exterior, hasta la zona intermedia situada entre la boca de salida del tubo y el orificio de salida de la cámara, como se muestra en la figura 1. En dicha zona intermedia se produce una compleja distribución de presiones no estacionaria como consecuencia de: (i) el colapso radial a alta velocidad del gas hacia el eje de simetría del tubo, que provoca un aumento local de la presión en las inmediaciones de dicho eje de simetría, y (ii) la descarga del líquido a través del tubo dado un caudal volumétrico de líquido Q . 30 La subida de presión local en las inmediaciones del eje de simetría del tubo provoca una penetración del gas aguas arriba del tubo en forma de un corto chorro vertical, que se abre inmediatamente y forma una zona de vorticalidad toroidal (configuración en “seta”) en el tubo, con su eje de simetría coincidente con el del tubo, en las proximidades de la boca de descarga (ver figura 1). En dicha zona se produce un movimiento muy turbulento generador de escalas microscópicas de mezclado, burbujas, y gotas microscópicas, con lo cual se provoca

ES 2 265 270 B1

un violento mezclado con el líquido que viene por el tubo (ver figuras 2 y 3). En la figura 3 se puede observar también como el líquido sale a alta velocidad de la boca del tubo en forma de múltiples ligamentos líquidos muy finos, antes de que éstos atraviesen el orificio de salida. Esta es una diferencia fundamental de la presente invención respecto de las anteriores (D1 y D2).

5 Ejemplo 2

Sistema de mezclado de líquidos

10 También mediante la configuración mostrada en la figura 1, con simetría de revolución, se alimenta un líquido a través de un tubo de sección circular y diámetro interior D . Dicho tubo se encuentra en el interior de una cámara presurizada con otro líquido que es alimentado desde una o varias entradas a dicha cámara. La boca de salida del tubo es de forma afilada como indica la figura, y está enfrentada a un orificio también circular y de diámetro D situado en una de las paredes de la cámara, de tal manera que los planos que contienen al orificio de la cámara y a la boca de salida del tubo son paralelos y están separados una distancia H . Dicha distancia H es inferior a $D/2$, preferentemente inferior a $D/4$, con lo cual la sección anular de paso lateral de gas entre la boca de salida del tubo y el orificio de salida tiene un área de paso aproximadamente del mismo orden que el área del orificio de salida.

20 En este caso de la mezcla de dos fases líquidas, un posible patrón de flujo observado se describe en la figura 4, que presenta tres momentos más o menos cíclicos como se indica en la figura.

Objeto de la invención

25 Es objeto de la invención un dispositivo de combinación de fases para el mezclado en el caso de fluidos miscibles, y para la producción de emulsiones, aerosoles, y micro-espumas en el caso de fluidos no miscibles, mediante la creación de una célula de reflujo producida por la invasión a contracorriente por uno de los fluidos, el de menor densidad (fluido invasor), que penetra aguas arriba en el tubo de alimentación del otro fluido, más denso (fluido interceptado). Dicho tubo de alimentación es cerrado y está dotado de una boca de descarga; dicha boca de descarga está situada frente a una zona de confluencia donde el flujo saliente de fluido interceptado se encuentra con una corriente aproximadamente perpendicular dirigida radial y centrípetamente hacia el eje de dicho flujo saliente; el producto de la interacción de ambas fases, principalmente producida en dicha célula de reflujo, descarga libremente al exterior a través de un orificio de salida que posee aproximadamente las mismas dimensiones que dicha boca de descarga; los bordes de dicha boca de descarga y dicho orificio de salida están enfrentados y separados por un desfase axial; y la penetración de dicha célula de reflujo en el tubo de alimentación se regula controlando la velocidad del fluido invasor en dicha zona de confluencia, que debe ser al menos dos veces más alta, preferentemente al menos cinco veces más alta que la velocidad del fluido interceptado en dicho tubo de alimentación; dicha relación de velocidades es obtenida mediante una adecuada elección de la relación de flujos máscicos de ambas fases, y mediante la elección de dicho desfase axial, que ha de ser inferior a la mitad, preferentemente inferior a la cuarta parte del diámetro de dicho orificio de salida.

40 Otra variante de la invención es un dispositivo de combinación de fases según lo anterior, en el que dicho fluido invasor es compuesto, constanding de una pluralidad de corrientes formadas por fases diferenciadas, que interaccionan con la corriente de fluido interceptado en dicha célula de reflujo.

45 Asimismo se da a conocer un dispositivo de combinación de fases en el que dichos fluidos no son miscibles molecularmente.

50 Formas más específicas de la invención conducen a dispositivos según lo anterior, en los que la inercia media por unidad de volumen de cualquiera de las fases en la zona de confluencia y en la sección de paso de dicho orificio de salida es al menos veinte veces, preferentemente cien veces mayor que el valor medio por unidad de volumen de las fuerzas que se provocan en la corriente debido a la viscosidad de los fluidos en dichas zona de confluencia y sección de paso del orificio de salida.

55 En otra variante, dicho tubo de alimentación del fluido interceptado es de sección preferentemente circular, siendo su boca de descarga también preferentemente circular, así como dicho orificio de salida de la mezcla; dicha boca de descarga está contenida en un plano perpendicular al eje de simetría de dicho tubo, y dicho plano es paralelo al plano que contiene a dicho orificio de salida, existiendo entre ambos planos el dicho desfase axial; la diferencia entre los diámetros de dicho orificio de salida y dicha boca de descarga es inferior al 20% del mayor de dichos diámetros, y los centros de dichos orificio y boca se encuentran alineados con un error máximo del 20% del mayor de dichos diámetros.

60 Una modalidad adicional se basa en que el o los fluidos invasores confluyen hacia la boca de descarga del tubo que alimenta el fluido interceptado a través de una o más aperturas orientadas en dirección esencialmente perpendicular hacia el eje de dicho tubo, de manera que dichas aperturas lindan por una parte con dicha boca de descarga y por la parte opuesta con dicho orificio de descarga, situado enfrente de la boca de descarga de dicho tubo, y siendo el área total de dichas aperturas entre 0.2 y 1.5 veces, preferentemente entre 0.5 y 1 veces el área de dicho orificio de descarga.

65 En particular, se contempla en esta invención un dispositivo para el mezclado por que se hacen confluír dos fases, siendo la fase más densa un líquido y la fase menos densa un gas, de manera que la relación de caudales máscicos entre el gas y el líquido está entre 0.01 y 10000, preferentemente entre 0.05 y 200.

ES 2 265 270 B1

Un uso preferente de los dispositivos descritos es la introducción de muestras en espectroscopía atómica mediante lo anterior; el fluido interceptado es una fase líquida que contiene muestras que se quieren caracterizar por espectroscopía atómica óptica o másica, y el fluido invasor es un gas, preferentemente argón.

5 Por otra parte, es objeto de la invención un procedimiento de combinación de fases para el mezclado en el caso de fluidos miscibles, y para la producción de emulsiones, aerosoles, y micro-espumas en el caso de fluidos no miscibles, basado en el uso del dispositivo descrito anteriormente.

Descripción de las figuras

10

Descripción de las leyendas de las figuras

Figura 1. Configuración axilsimétrica del dispositivo de mezclado de la presente invención como nebulizador de líquido. Flechas grises: Líquido a atomizar. Flechas negras: Gas de atomización.

15

Figura 2. Cuatro ejemplos de mezclado en el interior del tubo, en la zona próxima a la boca de descarga de dicho tubo (fotografías de alta velocidad tomadas con un tiempo de obturación de 0.1 microsegundo, usando una cámara de vídeo de alta velocidad 4Quick de Stanford Computar Optics), para el caso de atomizar un líquido con gas y usando una configuración axilsimétrica. Obsérvese la formación de escalas microscópicas, burbujas de muy diferente tamaño y gotas. El líquido utilizado es agua con un 0.1% de Tween 80. El valor de H declarado es la distancia entre la boca de salida del tubo de alimentación del líquido y el orificio.

20

Figura 3. Ejemplo de mezclado en el interior del tubo para el caso de atomizar un líquido con gas y usando una configuración axilsimétrica. En esta caso, el líquido utilizado es agua pura a 20°C, con una sobrepresión $\Delta P=2500$ milibares y un caudal de líquido $Q=10$ mL/min.

25

Figura 4. Proceso de mezclado dinámico en la región de confluencia de las fases 1 (más densa) y 2 (menos densa) y reflujos hacia el conducto de alimentación de la fase 1, con tres pasos característicos: (a) Formación de un punto de remanso en el campo de velocidades del fluido 2 entre la salida del tubo y el agujero de salida. Empieza a aumentar la presión en la salida del tubo. (b) Colapso de la entrada del fluido 2 hacia el tubo por acumulación del fluido 1 en la salida del tubo. (c) Descarga del fluido 2 acumulado en la salida del tubo junto con el fluido 1. Bajada de la presión en la salida del tubo.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Dispositivo de combinación de fases para el mezclado en el caso de fluidos miscibles, y para la producción
de emulsiones, aerosoles, y micro-espumas en el caso de fluidos no miscibles, mediante la creación de una célula de
reflujo producida por la invasión a contracorriente por uno de los fluidos, el de menor densidad (fluido invasor), que
penetra aguas arriba en el tubo de alimentación del otro fluido, más denso (fluido interceptado), siendo dicho tubo
de alimentación cerrado y estando dotado de una boca de descarga; dicha boca de descarga está situada frente a una
10 zona de confluencia donde el flujo saliente de fluido interceptado se encuentra con una corriente aproximadamente
perpendicular dirigida radial y centrípetamente hacia el eje de dicho flujo saliente; el producto de la interacción de
ambas fases, principalmente producida en dicha célula de reflujo, descarga libremente al exterior a través de un orificio
de salida que posee aproximadamente las mismas dimensiones que dicha boca de descarga; los bordes de dicha boca de
descarga y dicho orificio de salida están enfrentados y separados por un desfase axial; y la penetración de dicha célula
15 de reflujo en el tubo de alimentación se regula controlando la velocidad del fluido invasor en dicha zona de confluencia,
que debe ser al menos dos veces más alta, preferentemente al menos cinco veces más alta que la velocidad del fluido
interceptado en dicho tubo de alimentación; dicha relación de velocidades es obtenida mediante una adecuada elección
de la relación de flujos máscicos de ambas fases, y mediante la elección de dicho desfase axial, que ha de ser inferior a
la mitad, preferentemente inferior a la cuarta parte del diámetro de dicho orificio de salida.

20 2. Dispositivo de combinación de fases según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho fluido invasor es
compuesto, constando de una pluralidad de corrientes formadas por fases diferenciadas, que interaccionan con la
corriente de fluido interceptado en dicha célula de reflujo.

25 3. Dispositivo de combinación de fases según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** porque dichos fluidos no
son miscibles molecularmente.

30 4. Dispositivo de combinación de fases según la reivindicación 3, **caracterizado** porque la inercia media por unidad
de volumen de cualquiera de las fases en la zona de confluencia y en la sección de paso de dicho orificio de salida es al
menos veinte veces, preferentemente cien veces mayor que el valor medio por unidad de volumen de las fuerzas que
se provocan en la corriente debido a la viscosidad de los fluidos en dichas zona de confluencia y sección de paso del
orificio de salida.

35 5. Dispositivo de combinación de fases según la reivindicación 3, **caracterizado** porque dicho tubo de alimentación
del fluido interceptado es de sección preferentemente circular, siendo su boca de descarga también preferentemente
circular, así como dicho orificio de salida de la mezcla; dicha boca de descarga está contenida en un plano perpendicu-
lar al eje de simetría de dicho tubo, y dicho plano es paralelo al plano que contiene a dicho orificio de salida, existiendo
entre ambos planos el dicho desfase axial; la diferencia entre los diámetros de dicho orificio de salida y dicha boca
de descarga es inferior al 20% del mayor de dichos diámetros, y los centros de dichos orificio y boca se encuentran
alineados con un error máximo del 20% del mayor de dichos diámetros.

40 6. Dispositivo de combinación de fases según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el o los fluidos invasores
confluyen hacia la boca de descarga del tubo que alimenta el fluido interceptado a través de una o más aperturas
orientadas en dirección esencialmente perpendicular hacia el eje de dicho tubo, de manera que dichas aperturas lindan
por una parte con dicha boca de descarga y por la parte opuesta con dicho orificio de descarga, situado enfrente de la
45 boca de descarga de dicho tubo, y siendo el área total de dichas aperturas entre 0.2 y 1.5 veces, preferentemente entre
0.5 y 1 veces el área de dicho orificio de descarga.

50 7. Dispositivo de combinación de fases según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se hacen confluir dos
fases, siendo la fase más densa un líquido y la fase menos densa un gas, de manera que la relación de caudales máscicos
entre el gas y el líquido está entre 0.01 y 10000, preferentemente entre 0.05 y 200.

55 8. Dispositivo para la introducción de muestras en espectroscopía atómica según las reivindicaciones 1 a 7, **ca-**
racterizado porque el fluido interceptado es una fase líquida que contiene muestras que se quieren **caracterizar** por
espectroscopía atómica óptica o másica, y el fluido invasor es un gas, preferentemente argón.

60 9. Procedimiento de combinación de fases para el mezclado en el caso de fluidos miscibles, y para la producción de
emulsiones, aerosoles, y micro- espumas en el caso de fluidos no miscibles, según el dispositivo de las reivindicaciones
1 a 7.

60

65

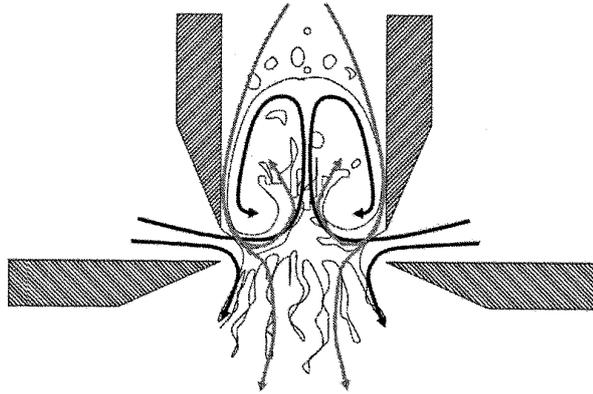
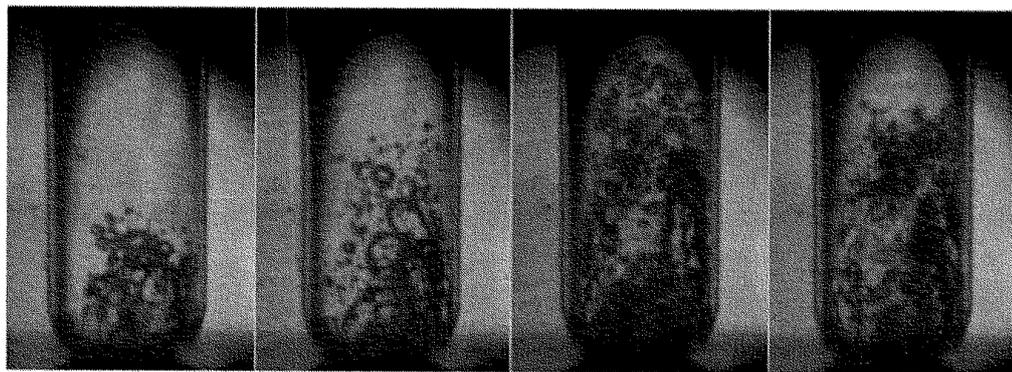


Figura 1

$Q=20 \text{ mL/min}$, $\sigma=40.6 \text{ mN/m}$, $H=90 \text{ }\mu\text{m}$



$\Delta P=513 \text{ mBar}$

$\Delta P=765 \text{ mBar}$

$\Delta P=1560 \text{ mBar}$

$\Delta P=2770 \text{ mBar}$

Figura 2



Figura 3

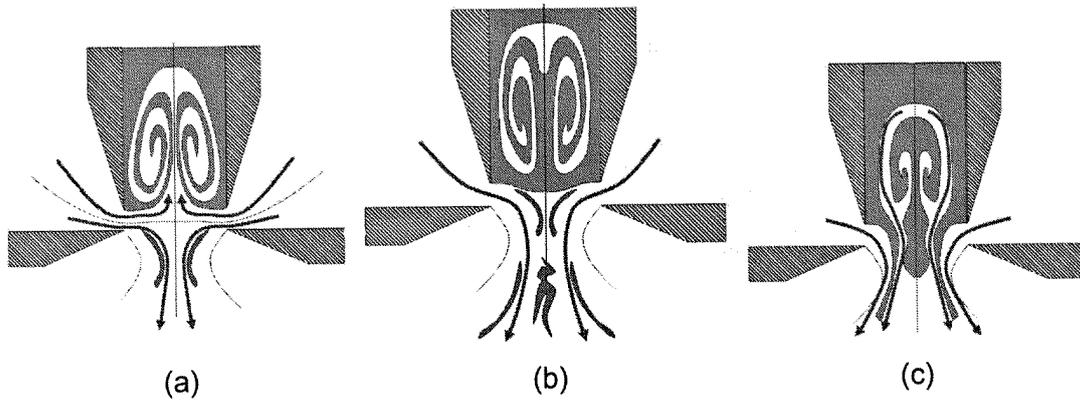


Figura 4



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 265 270

② Nº de solicitud: 200500981

③ Fecha de presentación de la solicitud: **18.04.2005**

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	WO 0076673 A1 (ARADIGM CORP; ROSELL JOAN; GANAN CALVO ALFONSO) 21.12.2000, página 6, línea 2 - página 8, línea 23; figura 1.	1-9
X	US 5884846 A (TAN et al.) 23.03.1999, columna 2, líneas 27-67; figura 1.	1-9
X	US 5868322 A (LOUCKS et al.) 09.02.1999, columna 1, líneas 9-14; columna 5, línea 34 - columna 6, línea 25; figuras 1A,3B.	1-9
A	WO 03095097 A1 (SPRAYING SYSTEMS CO) 20.11.2003, página 1, párrafo [0002]; página 2, párrafo [0008] - página 4, párrafo [0016]; figuras.	1-9

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
20.12.2006

Examinador
I. Ramos Asensio

Página
1/1