



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 158 741**

② Número de solicitud: 009702654

⑤ Int. Cl.⁷: B05B 7/06

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **17.12.1997**

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

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
01.09.2001

⑦ Solicitante/s: **UNIVERSIDAD DE SEVILLA**
Vicerrectorado de Investigación
C/ Valparaíso, 5 - 2ª planta
41013 Sevilla, ES

⑦ Inventor/es: **Gañán Calvo, Alfonso M.**

⑦ Agente: **No consta**

⑤ Título: **Dispositivo de dispersión de un fluido en otro inmiscible en forma de microgotas o microburbujas de tamaño uniforme.**

⑤ Resumen:

Dispositivo de dispersión de un fluido en otro inmiscible en forma de microgotas o microburbujas de tamaño uniforme.

El objeto de la presente invención es un dispositivo de atomización, nebulización o dispersión de un fluido A en forma de micro-gotas o micro-burbujas en el seno de otro fluido inmiscible con el primero, basado en el efecto de succión que crea la corriente de fluido B, poco viscoso (gas o líquido de baja viscosidad), establecida mediante una diferencia de presiones a través de una pequeña abertura.

El dispositivo consta de una pieza de alimentación (1) por la que fluye el fluido A, a través de un canal o canales, de anchuras uniformes, practicados en el interior de la misma; una cámara de impulsión (2) que contiene el flujo de impulsión B, en la que se aloja la pieza de alimentación y cuya presión interior es superior a la exterior; uno o más orificios, aberturas o ranuras de salida (4) practicados en la pared (3) de la cámara de impulsión, enfrentados al filo de la pieza de alimentación.

Es de aplicación en el sector de automoción, en el sector farmacéutico, para la producción de polvos cerámicos o semiconductores de sinterización, en reactores químicos, biológicos, depuradoras de aguas residuales, etc, o en cualquier industria que necesite dispersar pequeñas cantidades de líquido en el seno de otro líquido inmiscible, como pueden ser la industria farmacéutica, cosmética, alimentación, etc.

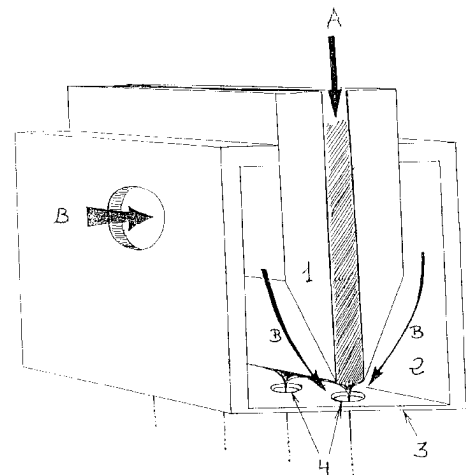


FIGURA 1

ES 2 158 741 A1

DESCRIPCION

Dispositivo de dispersión de un fluido en otro inmiscible en forma de microgotas o microburbujas de tamaño uniforme.

Objeto de la invención

El objeto de la presente invención es un dispositivo de atomización, nebulización o dispersión de un fluido A en forma de micro-gotas o microburbujas en el seno de otro fluido B inmiscible con el primero, basado en el efecto de succión que crea la corriente del fluido B, poco viscoso (gas o líquido de baja viscosidad), establecida mediante una diferencia de presiones a través de una pequeña abertura.

El dispositivo consta de una pieza de alimentación (1) por la que fluye el fluido A, a través de un canal o canales, de anchuras uniformes, practicados en el interior de la misma; una cámara de impulsión (2) que contiene el flujo de impulsión B, en la que se aloja la pieza de alimentación y cuya presión interior es superior a la exterior; uno o más orificios, aberturas o ranuras de salida (4) practicados en la pared (3) de la cámara de impulsión, enfrentados al filo de la pieza de alimentación.

Es de aplicación en el sector de automoción, para la inyección electrónica de combustible, en el sector farmacéutico, como inhaladores de medicamentos, para la producción de polvos cerámicos o semiconductores de sinterización, para la difusión o dispersión de gases en el seno de un líquido, como pueden ser los difusores de gas en reactores químicos, biológicos, depuradoras de aguas residuales, etc, o en cualquier industria que necesite dispersar pequeñas cantidades de líquido en el seno de otro líquido inmiscible, como pueden ser la industria farmacéutica, cosmética, alimentación, etc.

Estado de la técnica

En Hinds (*Aerosol Technology*. John & Sons, 1982), Lefevre (*Atomization and Spays*. Hemisphere Pub. Corp., 1989), y en Bayvel & Orzechowski (*Liquid Atomization*. Taylor and Francis, 1993), entre otros, se hace una revisión bastante exhaustiva del estado del arte en la atomización neumática. Un principio metodológico de todos los métodos existentes consiste en la utilización de las fluctuaciones turbulentas de la corriente de gas para provocar inestabilidades en la superficie líquido-gas y dar lugar a la eyección de ligamentos o porciones de líquido que sucesivamente van rompiéndose en gotas más pequeñas hasta que las fluctuaciones de presión dinámica en la superficie de la gota son del mismo orden que la tensión superficial.

En 1994 se inventó un nuevo sistema de nebulización neumática de líquidos, patentado en 1996 (Gañan-Calvo y Barrero, Patente Española P9601101 e internacional PCT/ ES97/ 00034). Este sistema se basa en un fluido A tipo gas y un fluido B tipo líquido. Este último es inyectado en la corriente de gas mediante una punta, aguja o tubo capilar de alimentación que se aproxima suficientemente al orificio a través del cual fluye el gas, el líquido sale al exterior del orificio en forma de un largo microchorro capilar que se rompe finalmente en microgotas de tamaño casi

uniforme si se eligen apropiadamente las velocidades del gas y el tamaño del chorro de líquido formado.

El procedimiento presentado por Gañán Calvo (*Generation of steady liquid microthreads and micron - sized monodisperse sprays in gas streams*. Phys. Rev. Lett. 79 25, 1997) cambia drásticamente el modo de producir micro - ligamentos o micro - chorros de líquido para obtener esprays de tamaño micrométrico y uniforme, provocando la eyección controlada y continua de líquido en forma de un microchorro capilar desde la superficie de una gota más o menos prominente, anclada en el extremo de una punta o tubo de alimentación.

A través de la presente patente se pretende proteger un dispositivo de dispersión que consiste en la simplificación y la multiplicación del caudal de fluido A dispersado que conlleva la alimentación mediante una única pieza de alimentación sobre múltiples orificios, basándose en el efecto de fijación que cada orificio provoca sobre el microchorro succionado a través de él.

Dada la extraordinaria sencillez mecánica del dispositivo de dispersión y las sobresalientes propiedades del espray resultante, puede constituir una invención enormemente útil en prácticamente todos los procesos en los que se requiera la atomización de un líquido, cuyo objetivo es siempre obtener un tamaño de gotas lo menor y mas uniforme posible.

Descripción general de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de atomización o dispersión de un fluido A, suministrado a través de una pieza de alimentación, en el seno de otro fluido B (inmiscible con el primero), que se basa en el efecto succión que crea la corriente del fluido B, dada una diferencia de presiones, a través de una pequeña abertura formando microgotas o microburbujas de tamaño uniforme.

Cuando se tienen tamaños de abertura u orificio lo suficientemente pequeños, la corriente del fluido B es laminar a pesar de que puede ser alta su velocidad. Si en el seno de la corriente del fluido B se introduce el fluido A, inmiscible con el B, de manera que el caudal volumétrico del A sea mucho menor que el del B, el fluido A forma un chorro continuo, estacionario y estable que tiende a ser de sección circular si las fuerzas de tensión superficial entre los dos fluidos son suficientemente grandes.

En este dispositivo, la alimentación del fluido A se realiza mediante su inyección uniforme a lo largo del borde agudo o filo de una pieza de alimentación que se enfrenta a una serie de orificios equidistantes por los que hay establecida una corriente del fluido B. El efecto de succión puntual de los orificios suficientemente próximos al filo de la pieza de alimentación crea una desestabilización de la vena de líquido que discurre por el filo y provoca la eyección de un microligamento justo enfrente del orificio.

El microligamento atraviesa el orificio de forma estacionaria y continua, y se parte en gotas en el exterior, dispersándose estas en forma de un fino espray una vez que la corriente del fluido B se mezcla con el exterior.

Además, puede invertirse el funcionamiento haciendo que el fluido B sea un líquido y el fluido A un gas, pudiendo crearse una dispersión de micro-burbujas en el seno de un líquido.

Explicación de las figuras:

Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B.

1. Pieza de alimentación del fluido A
2. Cámara de impulsión del fluido B
3. Pared de la cámara de impulsión
4. Orificios de salida

A. B fluidos inmiscibles

Descripción detallada

El dispositivo de dispersión está constituido por una pieza de alimentación (1) por la que fluye el fluido A, a través de un canal o canales, de anchuras uniformes, practicados en el interior de la misma; una cámara de impulsión (2) que contiene el flujo de impulsión B, en la que se aloja la pieza de alimentación y cuya presión interior es superior a la exterior; uno o más orificios, aberturas o ranuras de salida (4) practicados en la pared (3) de la cámara de impulsión, enfrentados al filo de la pieza de alimentación.

La formación del microchorro y su aceleración se basa en la abrupta disminución de presión asociada a la aceleración brusca que experimenta el fluido B al entrar en el orificio, de la misma forma como se describe en PCT/ES97/00034 en el caso de que el fluido B sea un gas.

Cuando el fluido B es un gas y el A es un líquido, el micro-ligamento formado es largo y la velocidad del líquido es mucho menor que la del gas. En efecto, la baja viscosidad del gas permite al líquido fluir a mucha menor velocidad, siendo los esfuerzos normales a la superficie del líquido los realmente responsables de la creación y aceleración del microchorro. De aquí que una buena aproximación al fenómeno sea suponer que ambos fluidos, líquido y gas, adquieren la misma energía cinética por unidad de volumen a partir de la diferencia de presiones establecida, despreciando los efectos de compresibilidad del gas. Así, dado un caudal volumétrico Q de un líquido de densidad ρ_l , el diámetro d_j del microchorro formado para una diferencia de presiones a través del orificio ΔP_g viene dado por la fórmula:

$$d_j \simeq \left(\frac{8\rho_l}{\pi^2\Delta P_g} \right)^{1/4} Q^{1/2}$$

La relación entre el diámetro d_j del microchorro y el diámetro \bar{d} de las gotas resultantes depende de la relación entre las fuerzas viscosas del líquido y las de tensión superficial, y de la relación entre las fuerzas dinámicas del gas y las de tensión superficial [números de Ohnesorge y de Weber, respectivamente, ver Hinds (1993)]. Para velocidades del gas moderadas o bajas y bajas viscosidades pequeñas, la relación es aproximadamente igual a la de la inestabilidad capilar de Rayleigh:

$$\bar{d} = 1.89 d_j$$

Debido a la gran longitud del microchorro de líquido, para grandes caudales de líquido el punto

de rotura teórico ocurre en la zona de turbulencia desarrollada del chorro de gas, por lo que las fluctuaciones turbulentas del gas provocan la desestabilización o rotura del microchorro de líquido de forma más o menos irregular. En este caso, las ventajas de uniformidad de tamaño en las gotas se pierden.

Sin embargo, cuando el fluido B es un líquido y el A un gas, la mucho mayor viscosidad del líquido y la baja densidad del gas hacen que las velocidades de ambos sean prácticamente iguales. El micro-ligamento de gas formado es mucho más corto, aunque debido a que la zona de rotura de ese micro-ligamento casi siempre ocurre en una corriente laminar de líquido, la dispersión de tamaños de las micro-burbujas formadas es casi siempre pequeña. El diámetro del microchorro de gas resulta, para un caudal volumétrico de gas Q_g y una sobrepresión ΔP_l del líquido dados, igual a:

$$d_j \simeq \left(\frac{8\rho_l}{\pi^2\Delta P_l} \right)^{1/4} Q_g^{1/2}$$

La baja velocidad del líquido y la ausencia de velocidades relativas entre líquido y gas hacen que la relación entre los diámetros del microligamento y de las burbujas sea la de Rayleigh ($d=1.89 d_j$).

En el caso de que ambos fluidos A y B sean líquidos, cuando las viscosidades son pequeñas las velocidades relativas entre ambos vienen dadas por la relación de densidades de la forma:

$$\frac{v_A}{v_B} = \left(\frac{\rho_B}{\rho_A} \right)^{1/2}$$

El diámetro del microchorro de líquido A resulta en este caso, para un caudal volumétrico del líquido A Q_A y una sobrepresión ΔP_B del líquido B dados, igual a:

$$d_j \simeq \left(\frac{8\rho_A}{\pi^2\Delta P_B} \right)^{1/4} Q_A^{1/2}$$

Para viscosidades tales que las velocidades de ambos líquidos se igualan rápidamente en el microchorro, el diámetro del microchorro de líquido A resulta igual a:

$$d_j \simeq \left(\frac{8\rho_B}{\pi^2\Delta P_B} \right)^{1/4} Q_A^{1/2}$$

Modo de realización de la invención

El sistema de atomización propuesto requiere obviamente el suministro de unos caudales de los fluidos A y B que vayan a emplearse en el proceso de dispersión.

Ambos caudales deben ser:

1. Los apropiados para que el sistema este dentro de la ventana paramétrica de estabilidad.

2. Los apropiados para que la relación másica de ambos este dentro de las especificaciones de cada aplicación. Por supuesto, puede suministrarse un mayor caudal de gas externamente por

cualquier medio en aplicaciones específicas (combustión, inhalación de medicamentos, etc.) ya que esto no interfiere en el funcionamiento del atomizador.

3. Si se varían los caudales, el tiempo característico de esa variación debe ser menor que los tiempos hidrodinámicos de residencia de líquido y gas en el microchorro, y menor que el inverso de la primera frecuencia natural de oscilación de la gota formada en el extremo de la aguja de inyección.

Por tanto, pueden usarse cualesquiera métodos de suministro continuo de gas (compresores, depósitos a presión, etc.) y de líquido (bombas volumétricas, botellas a presión).

Los materiales de que puede estar fabricado el atomizador son múltiples (metal, plástico, cerámica, vidrio), dependiendo fundamentalmente la elección del material de la aplicación específica en la que vaya a emplearse el dispositivo.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí mediante la succión del fluido A por una corriente de impulsión del fluido B creada mediante diferencia de presiones; **caracterizado** por: I) el fluido A es emitido desde el filo de una pieza de alimentación, a cuyo filo se hace llegar el fluido A mediante un canal o canales practicados en el interior de la pieza de alimentación y que comunica o comunican el depósito desde el que se impulsa el fluido A con el filo de la pieza de alimentación; II) dicha pieza de alimentación se aloja en el interior de una cámara de impulsión que contiene a dicho fluido de impulsión B, siendo la presión en el interior de la cámara de impulsión superior a la presión exterior; III) la pared de dicha cámara de impulsión situada enfrente del filo de dicha pieza de alimentación dispone de uno o mas orificios, aberturas o ranuras de salida por los que el fluido de impulsión B fluye en forma de una corriente perfectamente laminar y estacionaria hasta la salida de dichos orificios, abandonando dicho fluido de impulsión B la cámara de impulsión y arrastrando consigo al fluido A en forma de uno o varios microchorros estacionarios, continuos y estables; IV) dicha configuración de flujo se garantiza mediante la adecuada elección de las geometrías de dicha pieza de alimentación, las aberturas, orificios o ranuras de salida practicados en dicha pared de la cámara de impulsión, así como de la distancia relativa entre el filo de la pieza de alimentación y dichos orificios de salida, de la diferencia de presión entre el interior y el exterior de dicha cámara de impulsión, y del caudal volumétrico de fluido A suministrado al filo de la pieza de alimentación y arrastrado al exterior por el fluido de impulsión B.

2. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicación 1, **caracterizado** por que el fluido de impulsión B esta en fase gaseosa y el fluido A a dispersar esta en fase líquida.

3. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un

fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicación 1, **caracterizado** por que el fluido de impulsión B esta en fase líquida y el fluido A a dispersar esta en fase gaseosa.

4. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicación 1, **caracterizado** por que ambos fluido A y fluido B están en fase líquida.

5. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que la línea media del filo de la pieza de alimentación forma una línea recta, poligonal o curva, abierta o cerrada.

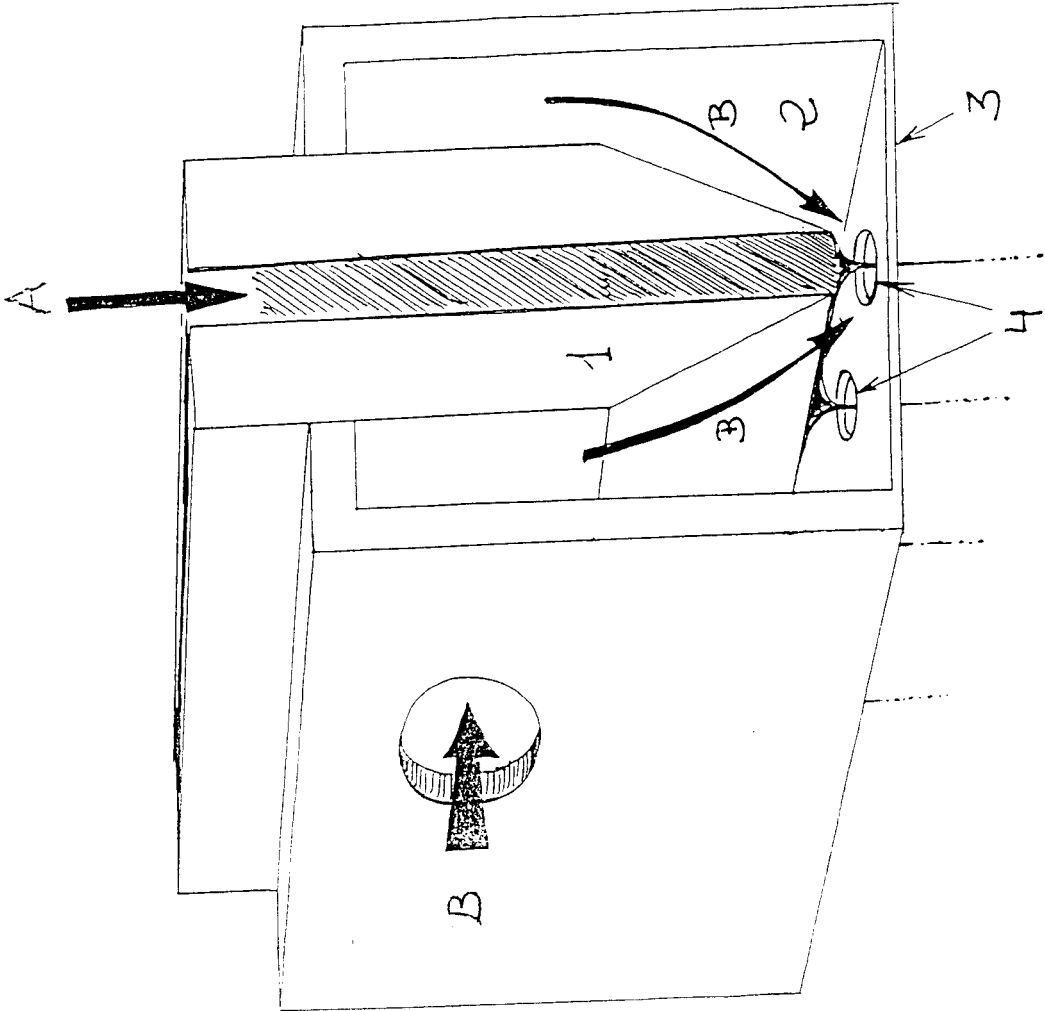
6. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que los orificios de salida están dispuestos a lo largo de una línea recta, poligonal o curva, abierta o cerrada.

7. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** por que la línea media del filo de la pieza de alimentación y la línea que contiene a los centros de los orificios de salida son geoméricamente semejantes y equidistantes.

8. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** por que los orificios de salida son circulares y de la misma sección, y están dispuestos de forma equidistante a lo largo de una línea recta, poligonal o curva, abierta o cerrada.

9. Dispositivo de dispersión en forma de microgotas o microburbujas de un fluido A en un fluido B, siendo los fluidos A y B inmiscibles entre sí, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** por que el filo de la pieza de alimentación posee a lo largo de dicho filo un canal de anchura uniforme por el que se alimenta el fluido A a lo largo de todo el filo de manera uniforme.

FIGURA 1





INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤ Int. Cl.⁷: B05B 7/06

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X Y	DE 4128590 A1 (KUMAG) 04.03.1993, columna 4; figuras 1-4.	1-3,5-8 4
Y	CH 563807 A5 (BATTELLE MEMORIAL INSTITUTE) 15.07.1975, columna 2, línea 66 - columna 3, línea 25; columna 3, línea 51 - columna 4, línea 18; figura 1.	4
X Y	WO 9743048 A1 (UNIVERSIDAD DE SEVILLA) 20.11.1997, todo el documento.	1,2 5-9
Y	WO 9118682 A1 (WEYERHAEUSER) 12.12.1991, página 11, línea 14 - página 17, línea 24; página 36, líneas 1-24; figuras 3-13,76.	5-9
A		1,2
X Y	EP 294690 A2 (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES) 14.12.1988, todo el documento.	1,2 5-9
Y	WO 9411116 A1 (SUNDHOLM et al.) 26.05.1994, página 4, línea 29 - página 5, línea 19; figuras 1,4,5.	5-9
A		1,2

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe

01.08.2001

Examinador

L. Dueñas Campo

Página

1/1