



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 291**

51 Int. Cl.:  
**B01F 3/04** (2006.01)  
**B01F 5/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07789200 .8**  
96 Fecha de presentación : **13.08.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2054143**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.05.2009**

54 Título: **Un dispositivo y un procedimiento para dispensar un gas en un líquido.**

30 Prioridad: **11.08.2006 GB 0616043**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**02.11.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**02.11.2011**

73 Titular/es:  
**MAELGWYN MINERAL SERVICES LIMITED**  
**Ty Maelgwyn 1A Gower Street**  
**Cathays Cardiff CF24 4PA, GB**

72 Inventor/es: **Imhof, Rainer**

74 Agente: **De Pablos Riba, Julio**

ES 2 367 291 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Un dispositivo y un procedimiento para dispersar un gas en un líquido

La invención se refiere a un dispositivo para dispersar un gas en un líquido, o una suspensión de partículas en un líquido, especialmente, aunque no exclusivamente, sobre lechadas minerales, que están en tanques o que fluyen por sistemas de conductos.

Un sistema actual para dispersar un gas en un líquido utiliza un impulsor giratorio en el interior de un tanque confinado. El tanque se llena de líquido y se introduce un gas a través de boquillas cercanas al impulsor giratorio. El desplazamiento lateral en el líquido creado por la velocidad del impulsor giratorio dispersa el gas en pequeñas burbujas. El tamaño de las burbujas creadas es independiente de las variables físicas presentes en el sistema, tal como la velocidad rotacional del impulsor, la presión hidráulica en el líquido, la viscosidad del líquido y la tensión superficial del líquido. El diámetro de la boquilla y la velocidad de flujo del gas en el sistema, contribuyen también al tamaño de las burbujas que se crean. La eficacia de producción de nuevas zonas interfaciales de gas/ líquido con relación a la energía consumida por el impulsor, es relativamente baja.

Un segundo procedimiento de dispersión de un gas en un líquido introduce el gas a través de orificios, en el que los orificios son de un diámetro igual que el diámetro de burbuja deseado. La viscosidad y la tensión superficial del líquido no son dominantes en cuanto a la determinación del diámetro de la burbuja como en los dispositivos mecánicos del tipo de los sistemas impulsores. Los orificios pequeños simples están limitados en cuanto a su capacidad de transferencia de masa. Por lo tanto, en las aplicaciones técnicas se utilizan medios porosos con números de poros extremadamente altos por unidad de área del medio.

El documento US-A-3936382 (White) divulga un eductor de fluido para inyectar un fluido secundario en un fluido primario que circula por un conducto. Este documento divulga un dispositivo de acuerdo con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

El documento DE-B-1237538 (Werkspoor) divulga un dispositivo para mezclar un gas en un líquido circulante.

El documento US-B-6390917 (Yamamoto) divulga un aparato de purificación de aguas residuales que tiene una boquilla de introducción de aire.

El documento WO-A-2006/019619 (Dow Global Technologies) divulga un aparato para mezclar al menos dos sustancias fluidas para el inicio de una reacción entre las mismas.

Un ejemplo común del uso de aireación de medios porosos se encuentra en el procesamiento de lodos biológicos. Los tubos porosos están situados profundos en la cuba de lodos donde aquéllos son cargados con aire comprimido. Aunque los poros de los medios porosos son menores de 0,1 mm de diámetro, el diámetro de las burbujas producidas es de aproximadamente 0,2 a 0,5 mm, lo que es relativamente grande. Esto se debe a que no existe ningún desplazamiento lateral en el extremo de los poros para retirar las burbujas pequeñas y de ese modo las burbujas se unen para formar burbujas más grandes. Por esta razón, se utilizan medios porosos en un proceso de flujo transversal, es decir, el líquido pasa sobre la superficie de los medios porosos a una velocidad alta para desplazar lateralmente las burbujas antes de que se junten. Utilizando este procedimiento y medios porosos con poros muy finos, se pueden conseguir burbujas de diámetros menores de 0,1 mm.

Existen dos desventajas principales cuando se utilizan medios porosos para la dispersión de gases en líquidos. En primer lugar, las características del medio cambian durante el uso: por ejemplo, la permeabilidad específica (transferencia de masa a una presión de gas dada en relación con la zona interfacial del medio) se reduce durante un período de tiempo. Esto puede ser compensado mediante un incremento de la presión operativa de los gases. Sin embargo, la presión del gas solamente puede ser incrementada hasta un cierto punto, después de lo cual el medio requiere ser retirado y limpiado o ser reemplazado. En algunas circunstancias, el medio no puede ser limpiado y permanece bloqueado con partículas de líquido o de la suspensión. El bloqueo, o cegado, del medio, está causado ya sea por pequeñas partículas procedentes de la suspensión que penetran en los poros y/o ya sea por precipitación química de pequeños cristales en el interior de los poros. Una de las principales razones para el bloqueo consiste en que existen amplias gamas de tamaños de poros, desde alrededor de 1  $\mu\text{m}$  a alrededor de 20  $\mu\text{m}$ , presentes en el medio. Los modernos medios porosos están hechos de politetrafluoretileno (PTFE), debido a que la mojabilidad de este polímero es baja, sin que el líquido penetre en profundidad en los poros ayudando así a reducir el bloqueo, pero sin eliminarlo.

Una segunda desventaja de utilizar medios porosos consiste en la tasa de desgaste del medio. La naturaleza del reactor de flujo transversal provoca que las partículas del líquido o la suspensión erosionen el medio a altas velocidades, lo que rompe el material en un período de tiempo relativamente corto. A velocidades del líquido de 5 m/s a 6 m/s, la tasa de erosión del medio poroso es todavía aceptable. Sin embargo, la cantidad de desplazamiento lateral no es suficiente para producir burbujas muy pequeñas. Las velocidades de líquido de entre 9 m/s y 10 m/s logran un compromiso entre el tamaño de la burbuja y la tasa de desgaste del medio.

La presente invención pretende proporcionar un remedio para una o más de tales desventajas.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un cartucho de aireación conforme a las características de la reivindicación 1.

5 La superficie interna de las dos o más secciones cilíndricas es súper-hidrofóbica. El efecto súper-hidrofóbico, o efecto loto, permite que la, o cada, ranura se auto-limpie y de ese modo se reduzca la probabilidad de que las ranuras resulten bloqueadas, o cegadas, por partículas procedentes del líquido o la suspensión que pasan a través de las secciones cilíndricas.

10 Ventajosamente, las ranuras son perpendiculares a la superficie interna del tubo. Las mismas pueden también estar formando un ángulo de hasta 60° con la perpendicular en cualquier dirección. Además, éstas pueden ser ahusadas, siendo más anchas en la superficie exterior del tubo y más estrechas en la superficie interior del tubo. Las ranuras pueden ser también de diversas configuraciones.

Ventajosamente, los extremos de las secciones cilíndricas están conformados por medio de una máquina fresadora de Control Numérico por Ordenador.

15 Ventajosamente, las secciones cilíndricas comprenden material cerámico. Con preferencia, el material cerámico es SiC o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Tales materiales cerámicos tienen una resistencia relativamente alta al desgaste en comparación con los medios porosos. La utilización de materiales cerámicos de carburo de silicio de alta calidad reduce la frecuencia con la que se requiere sustituir el cartucho de aireación a causa del desgaste, en comparación con la frecuencia de sustitución observada normalmente en los dispositivos de aireación. Tales materiales cerámicos de alta resistencia al desgaste permiten también que se utilicen velocidades de líquido por encima de 20 m/s sin producir tanto desgaste sobre el material como se produce en los medios porosos. Una ventaja adicional de utilizar materiales cerámicos consiste en que se pueden tratar suspensiones o líquidos más abrasivos de lo que pudieran haberlo sido en otro caso debido al alto nivel de desgaste en las piezas del dispositivo de aireación.

Con preferencia, la anchura de la, o de cada, ranura está comprendida entre 0,01 mm y 0,5 mm. Como ejemplo, una anchura de ranura de 0,1 mm podría proporcionar burbujas comprendidas en una gama de tamaños de 0,02 mm a 0,1 mm dependiendo de la velocidad del líquido de flujo transversal.

25 Ventajosamente, la presión del suministro de gas de alta presión va desde 200 kilopascal (2 bares) hasta 1500 kilopascal (15 bares).

Con preferencia, el dispositivo de aireación se utiliza en un reactor de flujo transversal.

La invención se extiende además a un procedimiento de dispersión de un gas en un líquido.

30 Una realización de la presente invención va a ser descrita ahora en lo que sigue, con relación a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista esquemática, en sección transversal, del dispositivo.

35 La Figura 1 muestra un dispositivo que comprende un cartucho de aireación 10 que comprende dos placas extremas 12 y 14, sujetas entre sí por medio de una serie de pernos (no representados), que tienen una serie de aberturas 16 que pasan desde un borde exterior 12a y 14a de las placas 12 y 14, respectivamente, hasta un borde interno 12b y 14b de las placas 12 y 14, respectivamente. Una pluralidad de tubos cerámicos 18 resistentes al desgaste, contruidos a partir de al menos dos secciones cilíndricas 10 de material cerámico, resistentes al desgaste, unidas longitudinalmente, pasan a través de las aberturas 16 de las placas extremas 12 y 14. Las paredes internas 22 de las secciones cilíndricas cerámicas 20 están tratadas con sustancias químicas para convertirlas en súper-hidrofóbicas.

40 Las secciones cilíndricas cerámicas 20 extremas que forman los tubos 18, han sido conformadas utilizando una máquina fresadora de Control Numérico por Ordenador, de modo que cuando las mismas están unidas entre sí, se forma al menos una ranura 24 que pasa desde la superficie interna del tubo 18 hasta la superficie externa del tubo 18 en cada unión. Tales tubos pueden estar formados a partir de dos secciones cilíndricas 20 de material cerámico, creando una ranura única en los tubos 18 (sistema mono ranura), o a partir de una pluralidad de secciones cilíndricas de material cerámico, creando una pluralidad de ranuras en los tubos 18 (sistema multi ranura). Los extremos de los tubos 18 que se extienden más allá de las placas extremas 12 y 14, están acoplados con insertos de carburo de silicio (no representados) para asegurar que no se produce ningún desgaste en estos puntos.

50 Sujeto de forma hermética al exterior del cartucho de aireación 10, perpendicular a la placa extrema 12, se encuentra un conducto de llegada de flujo 26, con un diámetro tal que los extremos de los tubos 18 que sobresalen más allá de la placa extrema 12, están completamente por dentro de la circunferencia del conducto de llegada de flujo 26. Unido herméticamente al lado opuesto del cartucho de aireación 10, perpendicular a la placa extrema 14, se encuentra un conducto de salida de flujo 28 con un diámetro tal que los extremos de los tubos 18 que sobresalen más allá de la placa 14, están completamente en el interior de la circunferencia del conducto 28 de salida de flujo. De ese modo, el conducto de llegada de flujo 26 está en comunicación de fluido con el conducto de salida de flujo 28  
55 a través de los tubos 18.

Unido herméticamente a la circunferencia de las placas extremas 12 y 14, se encuentra un cerco 30. El cerco 30, en combinación con las placas extremas 12 y 14, forma un vaso exterior 32 alrededor del cartucho de aireación 10. Se ha previsto una entrada de gas 34 en el cerco 30 del vaso exterior 32.

5 Cuando está en uso, se bombea un líquido o una suspensión a un caudal y una presión de retorno predeterminados por el conducto de llegada de flujo 26, como se muestra mediante las flechas del lado derecho de la Figura 1. El líquido pasa a continuación, a una velocidad de entre 5 m/s y 30 m/s, por los tubos 18 del cartucho de aireación 10. El diámetro interno de los tubos 18 es suficientemente grande como para permitir que las partículas mal colocadas pasen a través de los tubos 18 sin provocar ningún bloqueo. Un gas a alta presión que ha de ser aireado en el líquido, es bombeado a través de la entrada 34, como se muestra mediante la flecha central de la Figura 1, para 10 llenar el vaso externo 32. La presión del gas en el vaso externo 32, P1, es mayor que la presión del líquido en los tubos 18, P2. Como resultado del diferencial de presión entre P1 y P2, el gas se ve forzado a pasar a través de las ranuras 24 de los tubos 18. El flujo del líquido en los tubos 18 desplaza las burbujas de gas que pasan a través de de las ranuras 24, generando de ese modo una gran cantidad de micro-burbujas en el líquido. El líquido de los tubos 18 pasa después por el conducto de salida de flujo 28, según se muestra mediante las flechas del lado izquierdo de 15 la Figura 1, y hasta una sección de mezcla (no representada) para una mejor dispersión de las micro-burbujas en el líquido.

La configuración y el número de tubos 18 en el interior del cartucho de aireación 10, podrá variar de acuerdo con el tipo de líquido o suspensión y con el número de micro-burbujas que se desea dispersar a través del líquido o la suspensión. De igual modo, el número y la longitud de los cartuchos en el interior del dispositivo pueden ser también 20 variados.

Numerosas variaciones y modificaciones pueden ser imaginadas por el lector sin que la construcción resultante caiga fuera del alcance de la presente invención. Por dar un ejemplo solamente, se pueden prever ranuras de tamaño variable a lo largo de l tubo del cartucho de aireación para producir una distribución de tamaño de burbuja en el líquido.

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un cartucho de aireación (10) susceptible de ser conectado a una alimentación de gas a alta presión a través de un vaso externo (32), comprendiendo el cartucho de aireación (10) un tubo (18) construido a partir de dos o más secciones cilíndricas (20) unidas longitudinalmente, en el que los extremos respectivos de las secciones cilíndricas (20) están conformados de modo que cuando se unen entre sí, se crea en la unión al menos una ranura (24) que pasa desde una superficie interior (22) del tubo (18) hasta una superficie exterior del tubo (18), **caracterizado porque** la superficie interior (22) de las dos o más secciones cilíndricas (20) es súper-hidrofóbica, con lo que el efecto súper-hidrofóbico permite que la, o cada, ranura (24) sea auto-limpiante.
- 10 2.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las ranuras (24) son perpendiculares a la superficie interna del tubo (18).
- 3.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las ranuras (24) están formando un ángulo de hasta 60° con respecto a la perpendicular a la superficie interna del tubo (18) en cualquier dirección.
- 15 4.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que las ranuras (24) son ahusadas, siendo más anchas en la superficie exterior del tubo (18) y siendo más estrechas en la superficie interna del tubo (18).
- 5.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los extremos de las secciones cilíndricas (20) han sido conformados por medio de una máquina fresadora de Control Numérico por Ordenador.
- 20 6.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que las secciones cilíndricas (20) comprenden material cerámico.
- 7.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el material cerámico es SiC o Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- 8.- Un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la anchura de la, o de cada, ranura (24) está comprendida entre 0,01 mm y 0,5 mm.
- 25 9.- Uso de un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en un reactor de flujo transversal.
- 10.- Un procedimiento de dispersión de un gas en un líquido con la utilización de un cartucho de aireación (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 – 8.

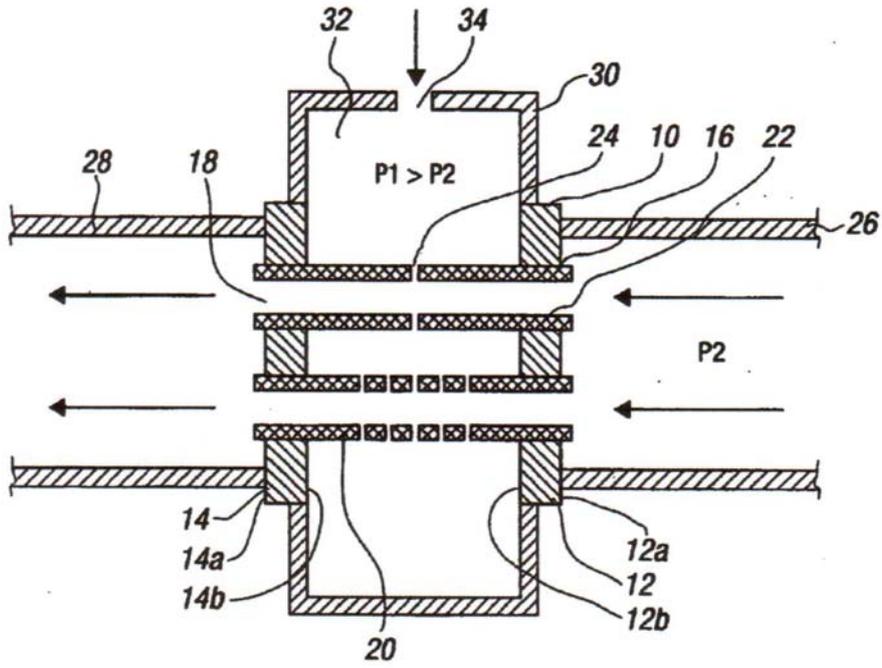


FIG. 1