

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 457 752**

51 Int. Cl.:

**B01F 3/04** (2006.01)

**B01F 5/04** (2006.01)

**B01F 5/06** (2006.01)

**B01F 5/10** (2006.01)

**B01F 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.05.2005 E 05745934 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.04.2014 EP 1754529**

54 Título: **Método y dispositivo para producir líquido conteniendo finas burbujas de aire**

30 Prioridad:

**31.05.2004 JP 2004161184**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**29.04.2014**

73 Titular/es:

**SANYO FACILITIES INDUSTRY CO., LTD. (50.0%)  
2-40 Mutsukawa, Minami-ku Yokohama-shi  
Kanagawa 232-0066, JP y  
CHUANG, SHUOWEI (50.0%)**

72 Inventor/es:

**NOGUCHI, YUKIHIRO y  
CHUANG, SHUOWEI**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 457 752 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**

Método y dispositivo para producir líquido conteniendo finas burbujas de aire

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema y un método para generar un líquido conteniendo microburbujas.

**Antecedentes de la invención**

10 Recientemente, un líquido supersaturado de gas conteniendo microburbujas ha llamado la atención por ser un líquido ampliamente utilizable en los campos de la limpieza de máquinas de precisión, agricultura, separación de aceite, depuración del agua, fuentes termales, etc. Los sistemas existentes para generar un líquido conteniendo microburbujas utilizan filtros. Dichos sistemas de generación de líquido conteniendo microburbujas del tipo de filtro son propensos a caer en obstrucción del filtro, y no pueden mantener su rendimiento inicial durante largo tiempo.

15 La Patente de Estados Unidos número 6.293.529 describe un aparato para generar microburbujas. Este aparato incluye un cilindro que tiene un mamparo con agujeros de líquido en su extremo situado hacia arriba y un disco dispuesto enfrente del mamparo, de tal manera que el mamparo y el disco definan un paso de restricción. Por ello, un líquido con gas disuelto (un líquido conteniendo gas disuelto) se hace pasar a través del paso de restricción para generar una gran cantidad de microburbujas en el líquido.

20 Es conocido que las microburbujas deberían ser de diámetro cada vez más pequeño para (1) absorber más efectivamente sólidos suspendidos (sólidos suspendidos en agua), (2) aumentar la zona de contacto entre el agua y el aire y prolongar la duración de tiempo donde las burbujas son arrastradas densamente en el agua para contribuir a una descomposición más eficiente de materia orgánica, y (3) penetrar más profundamente en los objetos a limpiar y mejorar por ello el efecto de limpieza.

25 En el aparato descrito en USP 6.293.529, sin embargo, las microburbujas contenidas en el líquido supersaturado de gas son de diámetro relativamente grande. Así, el líquido conteniendo microburbujas generado por el aparato es aplicable solamente a un campo limitado de la industria.

30 CH 405 240 A se refiere a un método para el tratamiento de líquidos con medios gaseosos y un dispositivo para realizar el método según el preámbulo de la reivindicación 1.

35 CH 370 057 A se refiere a un método y sistema para generar líquido conteniendo aire. El líquido es distribuido a una pluralidad de chorros de líquido que impactan en una placa deflectora, donde el aire se arremolina con el líquido.

40 US 5 961895 A se refiere a un sistema polietápico para la producción de microburbujas en un líquido. Una mezcla de gas-aire se somete a varias etapas, donde en una etapa posterior los tamaños de las burbujas son más pequeños que los tamaños de las burbujas definidos en la etapa previa.

45 US 3 661364 A también se refiere a un método y sistema para generar líquido conteniendo microburbujas. Se suministra un chorro de líquido a una cámara de mezcla de tal manera que el chorro se extienda radialmente en todas las direcciones uniformemente en la parte inferior de la cámara de mezcla. Con esto se logra un remolino en la cámara de mezcla que da lugar a mezcla del aire y líquido.

50 US 2003/0072212 A1 describe un método de generar un líquido conteniendo microburbujas e incluyendo un paso de restricción con un rebaje, enviar un líquido con gas disuelto a presión con una bomba y hacer que el líquido pase a través del paso de restricción para generar las microburbujas. El paso de restricción se define por una combinación de un disco y una pestaña.

**Descripción de la invención**

55 Por lo tanto, es deseable superar dichos inconvenientes de las técnicas existentes proporcionando un sistema y un método para generar un líquido conteniendo microburbujas, capaz de generar un líquido conteniendo burbujas de menor diámetro que antes, así como un generador de microburbujas a montar en el sistema.

60 También es deseable proporcionar un sistema y un método para generar un líquido conteniendo microburbujas, capaz de generar un líquido en el que las microburbujas permanecen establemente durante un tiempo largo, así como un generador de microburbujas a montar en el sistema.

65 También es deseable proporcionar un sistema y un método para generar un líquido conteniendo microburbujas, capaz de generar un líquido que contenga microburbujas de diámetro menos variable una de otra, así como un generador de microburbujas a montar en el sistema.

Según la presente invención, uno o varios objetos de la invención se realizan proporcionando un método de generar un líquido conteniendo microburbujas que es un líquido que contiene microburbujas, según la reivindicación 1.

5 Según la invención, también se ha previsto un sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas según la reivindicación 5.

Las anteriores y otras características, aspectos y ventajas de la presente invención serán evidentes por la descripción detallada siguiente de las realizaciones de la presente invención tomada en unión con los dibujos acompañantes.

10

### **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva que ilustra esquemáticamente el sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas según la presente invención.

15

La figura 2 es un diagrama usado para explicar la conexión entre los componentes de la realización del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas representado en la figura 1.

20

La figura 3 es una vista esquemática en sección de un tubo venturi para introducir aire (no cubierto por las reivindicaciones).

La figura 4 es una vista en sección transversal de un generador de microburbujas montado en el sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas.

25

La figura 5 es una vista en sección transversal parcial ampliada de la porción mostrada con una flecha V en la figura 4.

La figura 6 es una vista en sección de una modificación del generador de microburbujas.

30

La figura 7 es una vista en sección de otra modificación del generador de microburbujas.

La figura 8 es una vista en sección transversal parcial del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas para generar microburbujas bajo el agua.

35

La figura 9 es una vista en sección transversal de un generador de microburbujas a montar en un sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas equipado con una bomba subacuática.

### **Mejor modo de llevar a la práctica la invención**

40

La figura 1 es una vista en perspectiva de un sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas según la invención. La figura 2 es un diagrama que representa en general el circuito del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas representado en la figura 1. El sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 aquí mostrado incluye una bomba de circulación 2 y un depósito a presión 3. La referencia PG en la figura 2 indica un manómetro conectado al depósito a presión 3. La bomba de circulación 2 es alimentada a través de su entrada con agua procedente, por ejemplo, de un baño de agua 4 mediante un tubo de agua sin tratar 5.

45

La bomba de circulación 2 está conectada en su salida a la parte inferior del depósito a presión 3 mediante un tubo de alimentación forzada 6. Un extremo situado hacia arriba de un tubo de circulación 7 está conectado a la porción inferior del depósito a presión 3. Un extremo situado hacia abajo del tubo de circulación 7 está conectado a una porción media del tubo de agua sin tratar 5. El tubo de circulación 7 tiene un tubo venturi 8 (figura 3).

50

Con referencia a la figura 3, el tubo venturi 8 tiene una porción restringida 8a en la que se abre un orificio de aspiración 9. A través del orificio de aspiración 9, se aspira aire ambiente al tubo venturi 8. El número de referencia 10 indica una válvula de retención. El orificio de aspiración 9, o un tubo de introducción de aire (no representado) que comunica con el orificio de aspiración, está equipado preferiblemente con una válvula de regulación manual (no representada) capaz de regular la cantidad de aire que pasa a su través.

55

El tubo de circulación 7 tiene preferiblemente una primera válvula de control de flujo 12 situada hacia arriba del tubo venturi 8 y una segunda válvula de control de flujo 13 situada hacia abajo del tubo venturi 8. Así, la primera válvula de control de flujo 12 puede controlar sustancialmente la presión en el depósito a presión 3, y la segunda válvula de control de flujo 13 puede controlar sustancialmente la admisión de aire a través del orificio de aspiración 9. Preferiblemente, las válvulas de control de flujo primera y segunda 12 y 13 son de un tipo manualmente controlable de tal manera que un operador del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas pueda regular manualmente la presión en el depósito a presión 3 supervisando el manómetro PG.

60

65

Encima del depósito a presión 3 se ha colocado una válvula de alivio 15 para descargar el aire excedente del

depósito a presión 3. A través de la válvula de alivio 15, se descarga aire interior del depósito a presión 3 para mantenerlo aproximadamente lleno de agua. Además, un extremo situado hacia arriba de un tubo de descarga 16 está conectado al depósito a presión 3 preferiblemente a un nivel más alto que el tubo de circulación 7. El tubo de descarga 16 tiene un generador de microburbujas 20 en su porción situada hacia arriba. Un líquido conteniendo microburbujas generado en el generador de microburbujas 20 es descargado al baño de agua 4.

Con referencia a la figura 4, el generador de microburbujas 20 incluye: una envuelta exterior o cilindro 201 que tiene un diámetro aproximadamente igual al de dicho tubo de descarga 16; un mamparo 202 que se extiende a través del cilindro exterior 201 en una posición longitudinal media del cilindro exterior 201; y una envuelta interior o cilindro 203 que se extiende desde el mamparo 202 en la dirección hacia abajo y de diámetro más pequeño que el cilindro exterior 201. Se ha formado una pluralidad de agujeros de paso de líquido 202a en la porción central del mamparo 202. Los agujeros de paso de líquido 202a están colocados preferiblemente a intervalos iguales a lo largo de un círculo común. El generador de microburbujas 20 se forma moldeando un metal o plástico al que, sin embargo, no se limita la presente invención.

El cilindro interior 203 es coaxial con el cilindro exterior 201. El cilindro interior 203 tiene una pestaña circunferencial en forma de aro 203a formada de manera que se extienda radialmente desde su extremo situado hacia abajo. Más específicamente, la pestaña circunferencial 203a se extiende en una dirección perpendicular al extremo situado hacia abajo del cilindro interior 203, y el perímetro circunferencial de la pestaña circunferencial 203a es adyacente a la pared interior del cilindro exterior 201.

El generador de microburbujas 20 incluye un disco 204 situado junto al perímetro trasero del cilindro interior 203 y que se extiende a través del cilindro exterior 201. El disco 204 define un paso de restricción 17 en combinación con la pestaña circunferencial 203a. El disco 204 tiene preferiblemente un paso 204a formado quitando una cantidad de la porción superficial situada hacia abajo de una porción perimétrica circunferencial del disco 204. El disco 204 está montado en un pasador de soporte 205 que se extiende hacia abajo desde una porción central del mamparo 202 a lo largo de su línea axial. En esta realización, el disco 204 se fija por soldadura después de regular la distancia entre el disco 204 y la pestaña circunferencial 203a. Sin embargo, el disco 204 puede ser móvil con relación al pasador de soporte 205 para poder regular la distancia entre la pestaña circunferencial 203a y el disco 204.

Se ha formado un rebaje 206 entre la pestaña circunferencial 203a que forma la superficie de pared del paso de restricción 17 y una porción del disco 204 enfrente de la pestaña circunferencial 203a para indentar en al menos una de estas superficies opuestas. En esta realización, el rebaje 206 se ha formado para indentar en la pestaña circunferencial 203a como se representa también en la figura 5. El rebaje 206 se coloca preferiblemente cerca del perímetro circunferencial de la pestaña circunferencial 203a, y tiene una configuración en forma de aro continuo. Alternativamente, el rebaje 206 formado en la superficie de pared del paso de restricción 17 puede ser discontinuo, o se puede formar una pluralidad de tales rebajes a lo largo del paso de restricción 17.

Se introduce agua del baño de agua 4 en el generador de líquido conteniendo microburbujas 1 por la bomba de circulación 2, y se envía a presión al depósito a presión 3. El agua se contiene así a presión en el depósito a presión 3. El agua en el depósito a presión 3 se hace volver parcialmente al baño de agua 4 mediante el tubo de descarga 16 y el generador de microburbujas 20, y fluye parcialmente al tubo de circulación 7. El agua que ha fluido al tubo de circulación 7 toma aire del orificio de aspiración 9 mientras pasa a través del tubo venturi 8. Entonces, el agua conteniendo aire se une al agua sin tratar que entra por el tubo de agua sin tratar 5, y es bombeada hacia arriba por la bomba de circulación 2. El aire en el agua es dividido en burbujas relativamente pequeñas por la bomba de circulación 2, y se promueve la disolución de aire en el agua.

En un período de tiempo predeterminado después de mover el sistema de líquido conteniendo microburbujas 1, el agua en el depósito a presión 3 es agua con aire disuelto conteniendo burbujas y mezclada con ellas, y llena el depósito a presión 3. Después de que el sistema 1 exhibe de forma estable este estado, hasta que el agua sea descargada del depósito a presión 3 al baño de agua 4 mediante el tubo de descarga 16, el agua pasa a través del paso de restricción 17 del generador de microburbujas 20, y el agua que sale por el paso de restricción 17 es descargada al baño de agua 4 mediante el cilindro exterior 201 chocando al mismo tiempo contra la pared interior del cilindro exterior 201.

El generador de microburbujas 20 incluye además una cámara de presión 210 definida por el mamparo 202 y el cilindro interior 203, y el paso de restricción 17 comunica con dicha cámara de presión 210. Más específicamente, el cilindro interior 203 sirve como una pared lateral de la cámara de presión 210, y la cámara de presión 210 tiene una profundidad correspondiente al tamaño longitudinal del cilindro interior 203. La porción profunda de la cámara de presión 210 comunica con el paso de restricción 17. El generador de microburbujas 20 incluye además una cámara de baja presión 211 definida por una porción situada hacia abajo del cilindro exterior 201. Una cámara auxiliar 212 que comunica con la cámara de baja presión 211 está dispuesta preferiblemente entre el cilindro exterior 201 y los cilindros interiores 203.

El agua con aire disuelto conteniendo burbujas y mezclada con ellas, que fluye desde el depósito a presión 3 y llega al tubo de descarga 16, entra entonces en la cámara de presión 210 mediante los agujeros de paso de líquido 202a

## ES 2 457 752 T3

5 formados en el mamparo 202 del generador de microburbujas 20. Entonces, sale de la cámara de presión 210 y pasa a través de la holgura entre la pestaña circunferencial 203a del cilindro interior 203 y el disco 204, a saber, a través del paso de restricción 17. Además, el agua con aire disuelto sale a chorro del paso de restricción 17, y entra en la cámara de baja presión 211 del cilindro exterior 201 chocando al mismo tiempo contra la pared interior del cilindro exterior 201 y originando el fenómeno de cavitación.

10 El agua con aire disuelto en el depósito a presión 3 crea un flujo arremolinado en el rebaje 206 en la superficie de pared del paso de restricción 17 cuando pasa a través del paso de restricción 17. El flujo arremolinado genera microburbujas en el agua. Entonces, justo después de salir del paso de restricción 17, las microburbujas chocan con la pared interior del cilindro exterior 201 y se miniaturizan más.

Pruebas experimentales han demostrado que la cantidad de oxígeno disuelto en el baño de agua 4 cambia con el tiempo de la siguiente manera:

Tiempo transcurrido	Cantidad de oxígeno disuelto (ppm)
Al arranque del sistema 1	4,28
15 min después del arranque del sistema 1	33
1 hora después de parar el sistema 1	31
2 horas después de parar el sistema 1	30
3 horas después de parar el sistema 1	29
4 horas después de parar el sistema 1	28
5 horas después de parar el sistema 1	26
6 horas después de parar el sistema 1	22
24 horas después de parar el sistema 1	17

15

Las condiciones de las pruebas fueron las siguientes:

- (1) Capacidad del baño de agua 4 300 litros
- 20 (2) Bomba de circulación 2 Motor de 1,5 kW
- (3) Tasa de flujo de aire a través del orificio de aspiración 9 1,5 litros/min

25 Los diámetros y las cantidades (en 1 ml de agua) de burbujas contenidas en el agua conteniendo microburbujas generadas por el sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 demostraron ser los siguientes:

Diámetro de las burbujas	20 $\mu\text{m}$	50	100	0,1 a 0,05
Cantidad de burbujas	1.250.000	100.000	14.000	17.500.000

30 Para la mejora de la calidad del agua, es conocido que los diámetros de las burbujas son preferiblemente de aproximadamente 5 a 50  $\mu\text{m}$  para lograr una flotabilidad capaz de elevar sólidos suspendidos a la superficie del agua. Además, como ya es conocido, las burbujas que tienen diámetros superiores a 10  $\mu\text{m}$  tienden a unirse a burbujas más grandes, una a otra y tiende a haber tendencia a un diámetro en el que se unan fácilmente una a otra originando burbujas más grandes, y a medida que los diámetros son cada vez más inferiores a 10  $\mu\text{m}$ , las burbujas tienden a repelerse entre sí y es difícil que se junten.

35 Se entenderá por el resultado de las pruebas que la distribución de los diámetros de las microburbujas generadas por el sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 tienen picos a 20  $\mu\text{m}$  y entre 0,1 a 0,05  $\mu\text{m}$ . Naturalmente, los diámetros de las microburbujas generadas por el sistema se pueden cambiar regulando la distancia entre la pestaña circunferencial 203a y el disco 204 y/o regulando la presión en el depósito a presión 3. Sin embargo, se deberá señalar que la distribución de los diámetros de las burbujas tiene picos. Esto significa que la variedad de diámetro de las burbujas contenidas en el agua conteniendo microburbujas es pequeña.

40

45 El agua conteniendo microburbujas producida por las pruebas y conteniendo burbujas con diámetros que tienen picos a 20  $\mu\text{m}$  y entre 0,1 y 0,05  $\mu\text{m}$ , tiene tanto la función de elevar sólidos suspendidos a la superficie del agua como la función de retener una gran cantidad de microburbujas en el agua. Esta última función corresponde al hecho de que la alta concentración de oxígeno disuelto se mantuviese incluso después del transcurso de 24 horas de interrupción de operación del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1. Se entenderá por el resultado de las pruebas que, aunque los diámetros de las burbujas generadas por los aparatos existentes de generación de líquido conteniendo microburbujas sean de varios  $\mu\text{m}$ , el sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 según la realización de la invención puede generar burbujas que tengan diámetros reducidos a una décima o menos. Por lo tanto, las microburbujas contenidas en el agua conteniendo microburbujas

generadas por el sistema 1 según la realización de la invención siguen existiendo durante un período de tiempo largo.

5 Las figuras 1 y 2 muestran la realización del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 de la presente invención, que se aplica a la mejora de la calidad del agua. Este sistema 1 introduce agua procedente del baño de agua 4 conteniendo agua a tratar, luego genera microburbujas en el agua, y devuelve el agua ahora conteniendo las microburbujas al baño de agua 4. Como resultado, el agua en el baño de agua 4 se cambia para contener una gran cantidad de microburbujas; los sólidos suspendidos en el baño de agua 4 son empujados hacia arriba por las burbujas a la superficie del agua; y las sustancias relativamente pesadas se hunden profundamente en el fondo del baño de agua 4. Después de la extracción de tales sólidos suspendidos empujados a la superficie del agua por las microburbujas y de asentarse tales sedimentos en el fondo del baño de agua 4, el agua en la capa media en el baño de agua 4 es agua limpia que contiene una gran cantidad de diminutas burbujas y puede activar microbios aeróbicos.

15 La figura 6 representa una modificación 30 del generador de microburbujas 20. El generador de microburbujas modificado 30 es diferente del generador de microburbujas 20 según la primera realización en que la pestaña circunferencial 203a está inclinada. Más específicamente, en el generador de microburbujas modificado 30, la pestaña circunferencial 203a está inclinada en la dirección hacia abajo del extremo situado hacia abajo del cilindro interior 203, y consiguientemente, el disco 204 también está inclinado hacia abajo curvando su porción circunferencial exterior en la dirección hacia abajo.

25 La figura 7 representa otra modificación 40 del generador de microburbujas 20. En el generador de microburbujas modificado 40, el extremo situado hacia abajo del cilindro exterior 201 está cerrado por una pared 201a y se ha formado un orificio de descarga 201b en la pared lateral situada hacia abajo del cilindro exterior 201. Además, el extremo situado hacia abajo del pasador de soporte 205 penetra la pared de cierre situada hacia abajo 201a del cilindro exterior 201 y se extiende al exterior, mientras que su extremo situado hacia arriba se une al disco 204. En este generador de microburbujas modificado 40, la distancia entre la pestaña circunferencial 203a y el disco 204 se puede regular aflojando un sujetador 207 y moviendo el pasador de soporte 205.

30 El sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 se puede modificar para usar una boquilla de aire, por ejemplo, en lugar del tubo venturi 8. Es decir, estando colocado el extremo de la boquilla en el tubo de circulación 7 (como se representa en las figuras 1 y 2), se puede expulsar aire comprimido de la boquilla para suministrarlo al agua que circula en el tubo de circulación 7. El sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 ya explicado con referencia a las figuras 1 y 2 está configurado para instalación en tierra. Sin embargo, el generador de microburbujas 40 se puede unir a una bomba subacuática para generar microburbujas bajo el agua. Las figuras 8 y 9 muestran un conjunto ejemplar de la bomba subacuática y el generador de microburbujas 40. Naturalmente, el generador de microburbujas 20 o 30 explicado anteriormente con referencia a las figuras 4 y 7 también se puede usar en dicho conjunto.

40 Con referencia a las figuras 8 y 9, el cilindro exterior 201 del generador de microburbujas 40 tiene un tornillo hembra 41 formado en la pared interior de su porción situada hacia arriba (figura 9). Por otra parte, una bomba subacuática 50 representada en la figura 8 tiene un tornillo macho (que no aparece en los dibujos) formado en su porción de extremo de salida. Así, el generador de microburbujas 40 se enrosca en la porción de extremo de salida de la bomba subacuática 50 para formar un sistema subacuático de generación de líquido conteniendo microburbujas 51.

45 Hasta ahora, se ha explicado algunas realizaciones preferidas de la presente invención en unión con los dibujos. Sin embargo, la presente invención contempla los cambios y modificaciones siguientes.

50 (1) El paso de restricción 17 incluido en el generador de microburbujas 20 o cualquiera de sus modificaciones puede ser un tubo fino, y la pared interior del cilindro exterior 201 puede ser sustituida por una superficie de colisión estacionaria fija para la colisión de líquido conteniendo microburbujas que salen a chorros del paso de restricción 17.

55 (2) La cámara de presión 210 dispuesta en el generador de microburbujas 20 o cualquiera de sus modificaciones se puede omitir, incrementando en cambio la presión en el depósito a presión 3. En otros términos, si la cámara de presión 210 está dispuesta en el generador de microburbujas 20, por ejemplo, la presión en el depósito a presión 3 se puede reducir a un nivel relativamente bajo. Como resultado, se puede usar una bomba relativamente pequeña como la bomba de circulación 2, y el costo del sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas 1 se puede reducir consiguientemente.

60 (3) Si se coloca la cámara de presión 210 en el generador de microburbujas 20 o cualquiera de sus modificaciones para suministrar un líquido con gas disuelto a una presión relativamente alta al paso de restricción 17, entonces se puede incrementar el número de burbujas contenidas en el líquido conteniendo microburbujas del paso de restricción 17 o su tamaño se puede reducir más. Por lo tanto, en el caso donde las burbujas puedan tener diámetros iguales o ligeramente más pequeños que los de las burbujas generadas por las técnicas existentes, el rebaje 206 se puede omitir en el paso de restricción 17.

El sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas según la presente invención puede generar un líquido conteniendo microburbujas de cualquiera de varios gases tales como aire, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas nitrógeno (N<sub>2</sub>), ozono (O<sub>3</sub>), gas cloruro (Cl<sub>2</sub>), gas inactivo, etc, y los líquidos conteniendo microburbujas que contienen tales microburbujas pueden ser usados para varios fines. Por ejemplo, tales líquidos pueden ser usados

5 en baños domésticos y baños cosméticos, como líquidos cosméticos, en fuentes termales y piscinas, para depuración del agua de ríos y lagos, tratamiento del agua en sistemas de suministro de agua y alcantarillado, para lavado y esterilización de cosechas agrícolas tales como verduras, como agua de beber rica en oxígeno para el ganado, para el lavado y la esterilización de huevos, y la filtración en la fabricación de cerveza, como agua de cría

10 de peces, agua de uso medicinal contra infecciones de la piel, para tratamiento de líquidos residuales industriales, para el lavado de chips semiconductores y máquinas de precisión, lavado de tuberías, tratamiento del lastre de transportadores de crudo, separación de aceite, flotación y extracción de sustancias disueltas, etc.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método de generar un líquido conteniendo microburbujas que es un líquido que contiene microburbujas, incluyendo:
- 5 recibir en un depósito a presión (3) un líquido suministrado desde una fuente de líquido;
- proporcionar un tubo de circulación (7) equipado con una bomba de circulación (2) que toma el líquido del depósito de presión (3) y devuelve el líquido tomado al depósito a presión (3);
- 10 suministrar un gas al líquido que circula en el tubo de circulación (7) por un medio de suministro de gas situado hacia arriba de la bomba de circulación (2);
- 15 descargar al exterior un líquido conteniendo microburbujas desde el depósito a presión (3) por un tubo de descarga (16) conectado al depósito a presión (3);
- preparar un paso de restricción (17) que tiene un rebaje (206) formado en su superficie de pared; y
- 20 enviar un líquido con gas disuelto a presión con una bomba (2) y hacer que el líquido con gas disuelto pase a través del paso de restricción (17) para generar una gran cantidad de microburbujas en el líquido,
- donde el paso de restricción (17) se define por la combinación de un disco (204) y una pestaña (203), y donde
- 25 el rebaje (206) se ha formado en una o ambas superficies opuestas en el disco (204) y la pestaña (203).
2. El método según la reivindicación 1, incluyendo además:
- preparar la cámara de presión (3) que recibe el líquido con gas disuelto enviado a presión por la bomba (2); y
- 30 hacer que el líquido con gas disuelto enviado a presión por la bomba (2) pase a través del paso de restricción (17) mediante la cámara de presión (3) para generar una gran cantidad de microburbujas en el líquido.
3. El método según la reivindicación 2, incluyendo además:
- 35 hacer que el líquido salga del paso de restricción (17) chocando contra una superficie estacionaria.
4. El método según la reivindicación 3, incluyendo además:
- 40 un paso de mezclar el gas con el líquido suministrado a la bomba (2).
5. Un sistema de generación de líquido conteniendo microburbujas, incluyendo:
- un depósito a presión (3) que recibe un líquido suministrado desde una fuente de líquido;
- 45 un tubo de circulación (7) equipado con una bomba de circulación (2) que toma el líquido del depósito a presión (3) y devuelve el líquido tomado al depósito a presión (3);
- un medio de suministro de gas situado hacia arriba de la bomba de circulación (2) para suministrar un gas al líquido que circula en el tubo de circulación (7);
- 50 un tubo de descarga (16) conectado al depósito a presión (3) para descargar al exterior un líquido conteniendo microburbujas del depósito a presión (3); y
- un generador de microburbujas (20) dispuesto en el tubo de descarga (16) y que tiene un paso de restricción (17) que tiene un rebaje (206) formado en su superficie de pared y permite que un líquido con gas disuelto suministrado desde el depósito a presión (3) pase a su través,
- 55 donde el paso de restricción (17) se define por la combinación de un disco (204) y una pestaña (203), y donde
- 60 el rebaje (206) se ha formado en una o ambas superficies opuestas en el disco (204) y la pestaña (203).



FIG. 1

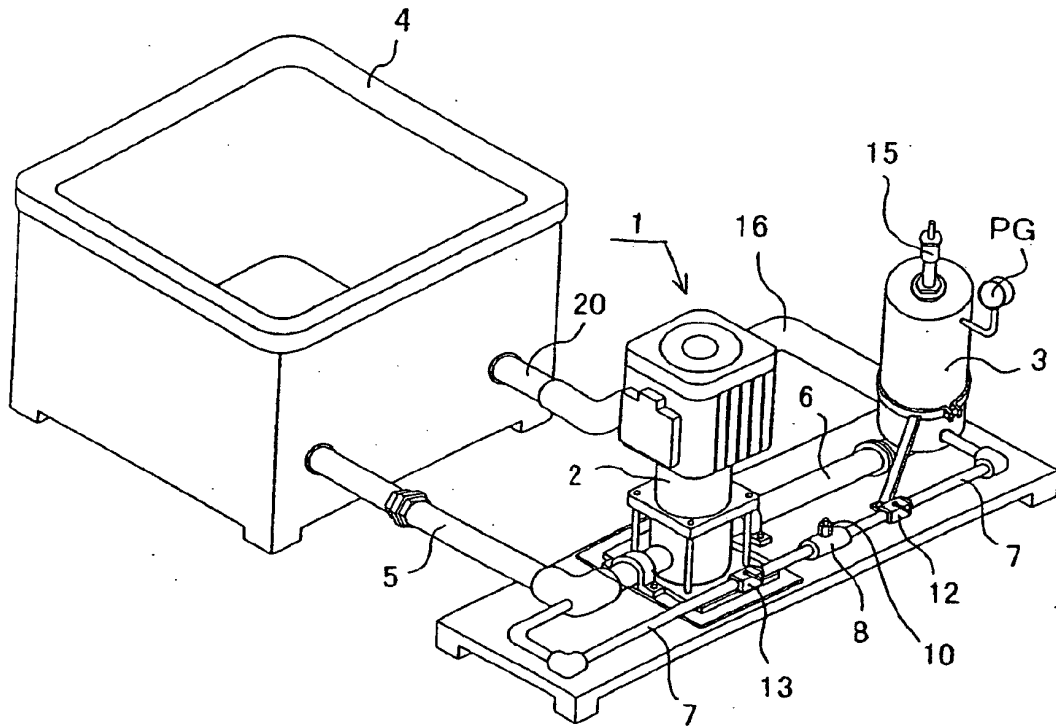


FIG. 2

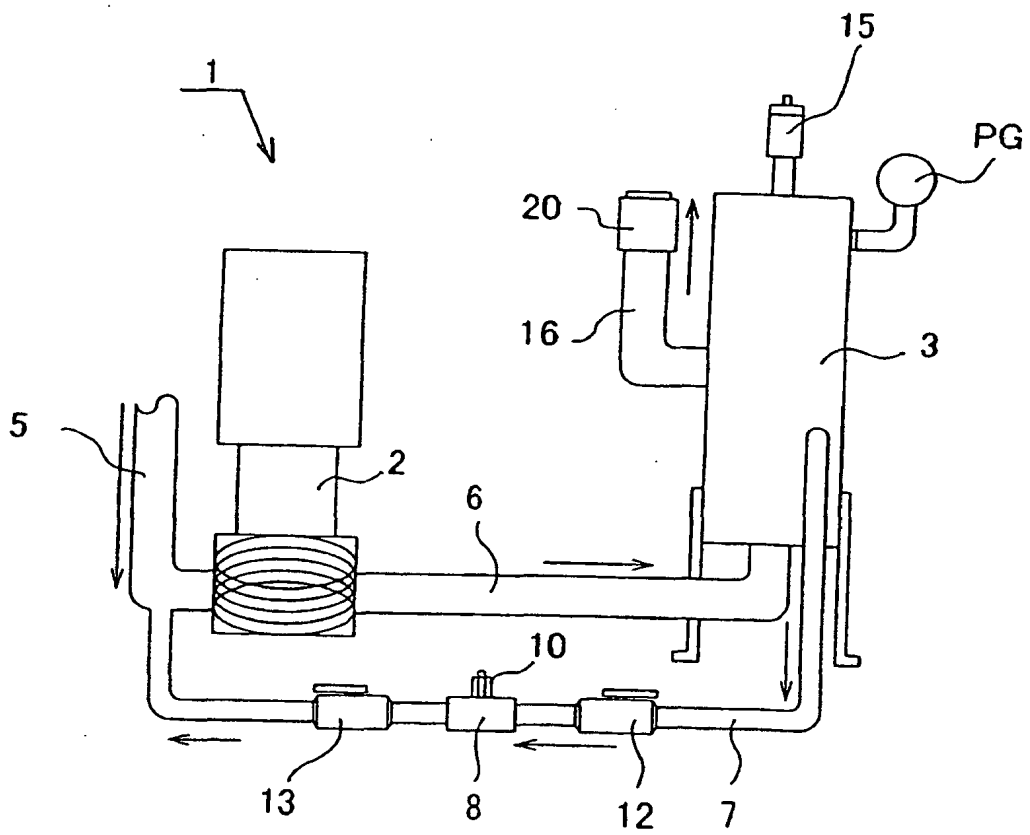


FIG. 3

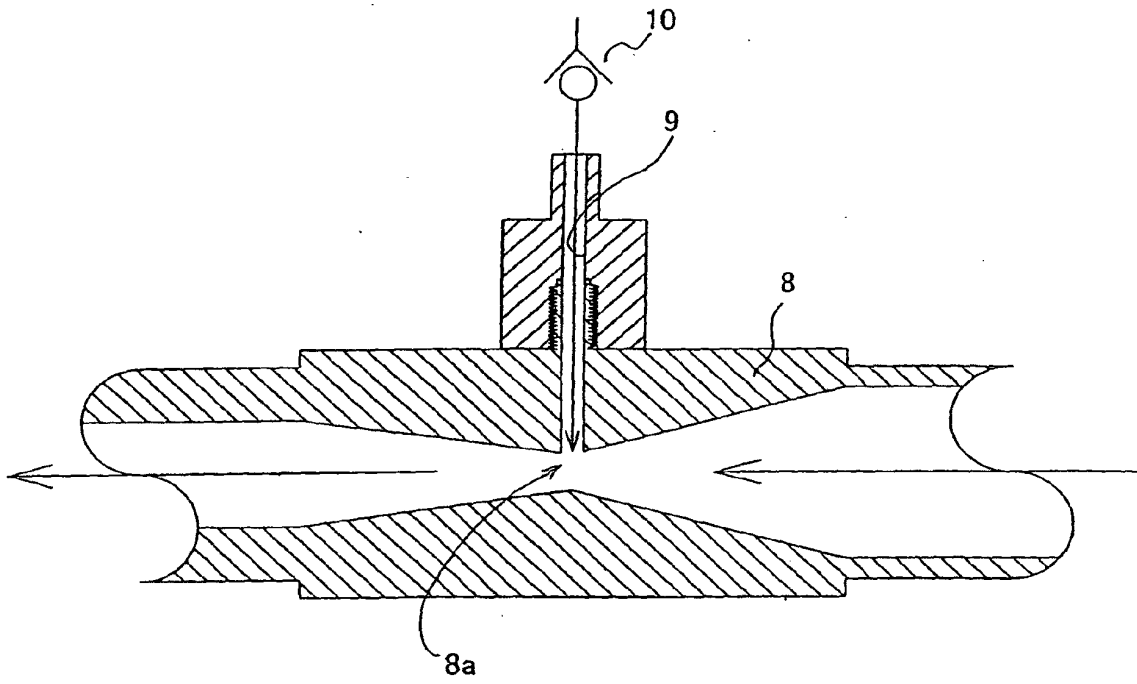


FIG. 4

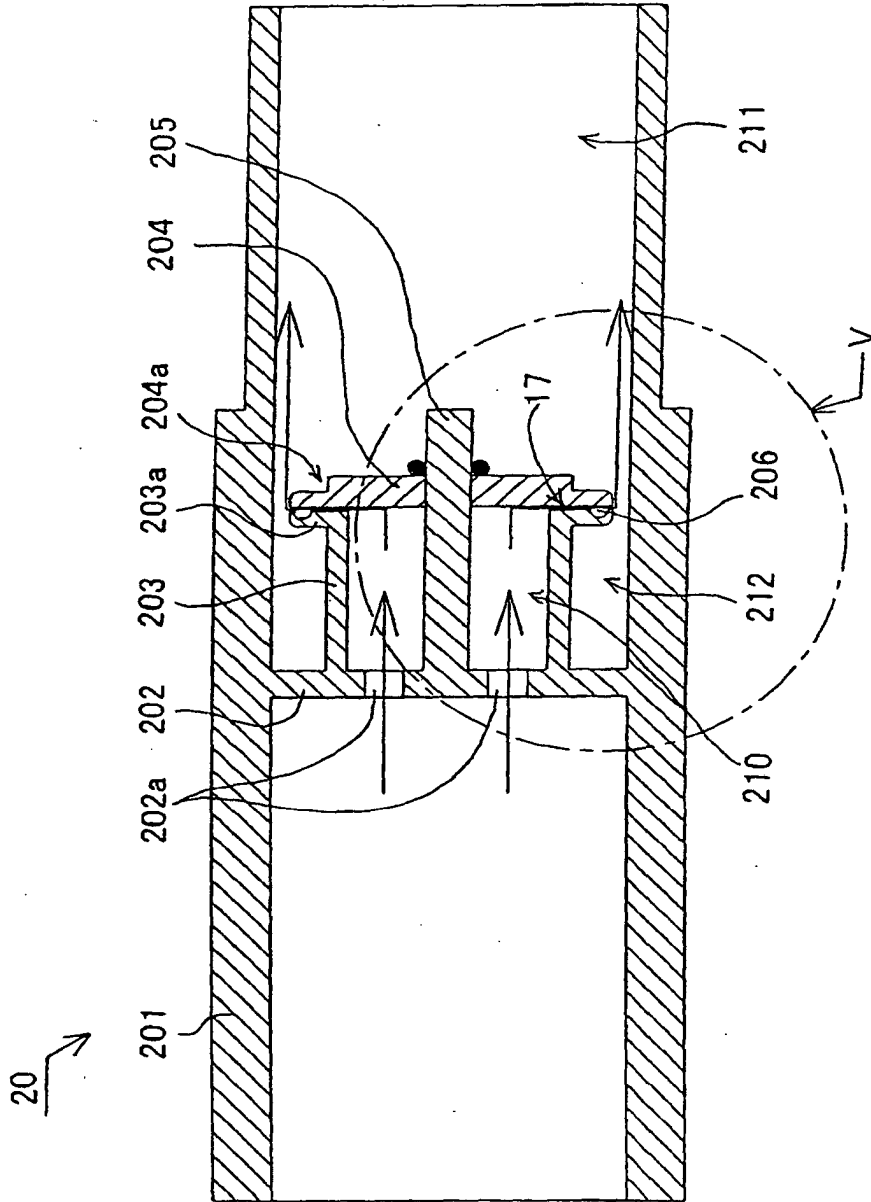


FIG. 5

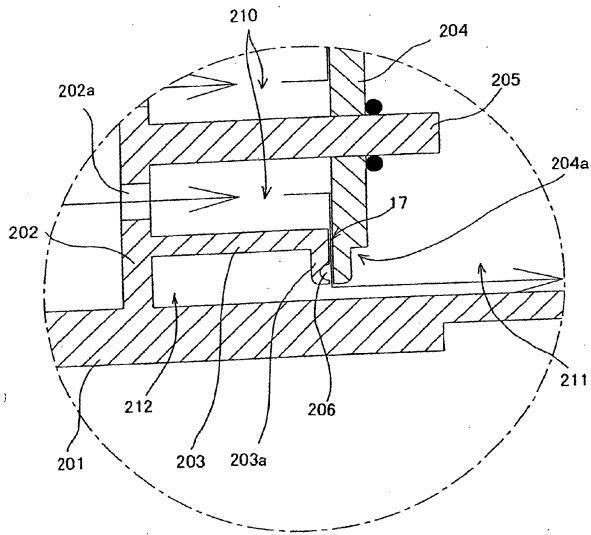


FIG. 6

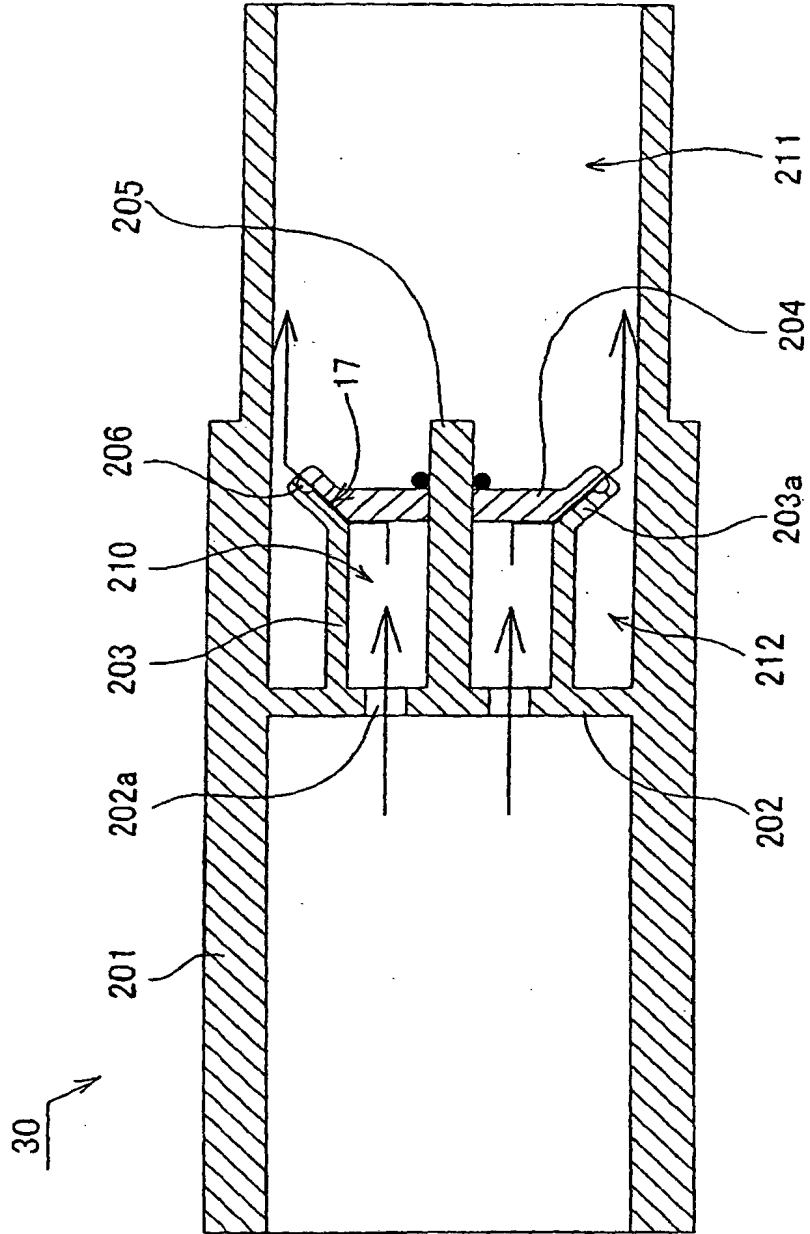


FIG. 7

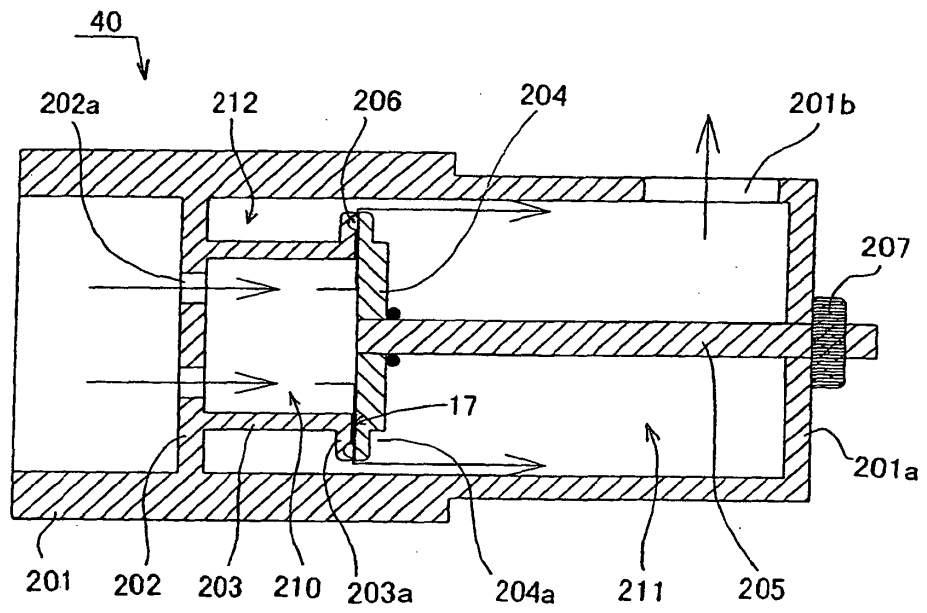


FIG. 8

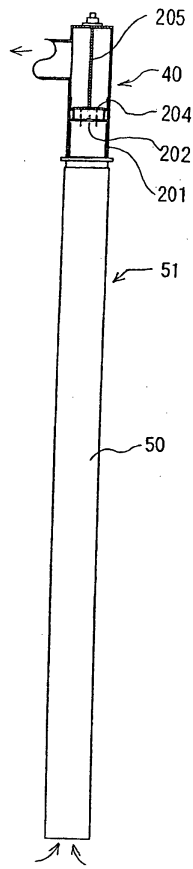




FIG. 9

