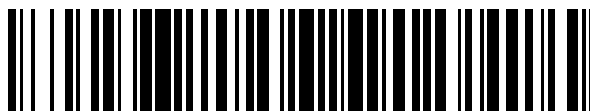


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 911**

51 Int. Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 7/00 (2006.01)

B01F 7/18 (2006.01)

B01F 7/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.01.2014** **PCT/FI2014/050068**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014** **WO14118434**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.01.2014** **E 14746054 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.11.2017** **EP 2950915**

54 Título: **Reactor de depósito agitado**

30 Prioridad:

30.01.2013 FI 20135090

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.02.2018

73 Titular/es:

OUTOTEC (FINLAND) OY (100.0%)
Rauhalanpuisto 9
02230 Espoo, FI

72 Inventor/es:

LATVA-KOKKO, MARKO;
RITASALO, TEEMU y
VAARNO, JUSSI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 656 911 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

Reactor de depósito agitado

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un reactor de depósito agitado para transferencia de masa gas-líquido.

5 Antecedentes de la invención

En aplicaciones hidrometalúrgicas, normalmente se suministra un gas a un reactor de depósito agitado debajo del agitador a través de un tubo convencional. A continuación, el gas se dispersa en burbujas finas con un mezclado enérgico. La energía de mezclado necesaria está de forma típica en el intervalo de 0,5-2 kW/m³. Otra opción consiste en usar algún tipo de medios de aspersión en el extremo del tubo de suministro de gas. Estos aspersores pueden consistir simplemente en unos orificios perforados en un tubo en forma de anillo o pueden estar formados por algún material poroso. La idea consiste en que el gas suministrado se descomponga en burbujas más pequeñas antes de impactar con el agitador (impulsor que crea el patrón de flujo principal en el depósito). Esto reduce ligeramente la energía necesaria para el mezclado. En aplicaciones hidrometalúrgicas, este tipo de dispositivos no resulta muy adecuado, ya que tienden a atascarse fácilmente. Además, existe el problema de que es necesaria una presión sustancialmente alta del gas suministrado debido a las grandes pérdidas de presión provocadas por los orificios pequeños o el material poroso.

Un reactor de depósito agitado para transferencia de masa gas-líquido es conocido, p. ej., por el documento US 5108662, que describe un reactor de depósito agitado. Un eje de accionamiento vertical accionado por motor se extiende verticalmente en un depósito de reactor. Un impulsor de flujo axial de bombeo descendente está unido al eje de accionamiento para crear un patrón de flujo principal en el depósito de reactor. Una entrada de gas está dispuesta para suministrar gas al depósito debajo del impulsor de flujo axial para su dispersión en el líquido. El documento propone un sistema de mezclado separado para dispersión de gas. El sistema puede estar dispuesto fuera del depósito de reactor o en el interior del depósito, en la superficie. Existe el problema de que la estructura de este mecanismo de aspersión de gas conocido es compleja y requiere la instalación de al menos dos mecanismos mezcladores y motores eléctricos para un reactor de depósito agitado. Además, solamente parte del gas suministrado entra en el mecanismo aspersor de gas.

El documento US 2521396 también da a conocer un reactor de depósito agitado.

Objetivo de la invención

Un objetivo de la invención consiste en dar a conocer un reactor de depósito agitado que tiene una estructura sencilla para la aspersión de gas.

Además, un objetivo de la invención consiste en dar a conocer un reactor de depósito agitado que permite obtener un coeficiente de transferencia de masa gas-líquido elevado y un mejor grado de utilización del gas.

Además, un objetivo de la invención consiste en dar a conocer un reactor de depósito agitado en el que el suministro de gas no se atasca fácilmente.

Además, un objetivo de la invención consiste en dar a conocer un reactor de depósito agitado en el que el suministro de gas no necesita una presión alta.

Resumen de la invención

Un aspecto de la invención consiste en un reactor de depósito agitado para transferencia de masa gas-líquido en una suspensión según la reivindicación 1. La suspensión es una suspensión de partículas sólidas y líquido. El reactor incluye un depósito de reactor que tiene un primer volumen, un eje de accionamiento que se extiende verticalmente en el depósito de reactor, un motor para girar el eje de accionamiento, un impulsor principal que es un impulsor de flujo axial de bombeo descendente unido al eje de accionamiento para crear un patrón de flujo principal en el depósito de reactor, y una entrada de gas dispuesta para suministrar gas al interior del depósito de reactor para su dispersión en el líquido. Según la invención, el reactor incluye un aparato de aspersión de gas mecánico. El aparato de aspersión de gas mecánico comprende una cámara de dispersión que tiene un segundo volumen que es sustancialmente más pequeño que el primer volumen del depósito de reactor, estando dispuesta la cámara de dispersión de manera coaxial con el eje de accionamiento, y estando dispuesta la entrada de gas para suministrar gas al interior de la cámara de dispersión. Se disponen medios de mezclado en el interior de la cámara de dispersión para mezclar el gas con el líquido dispersando el gas en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal. La energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara de dispersión es significativamente más grande que la energía de mezclado en cualquier otra parte del reactor.

Una ventaja de la invención consiste en que el aparato de aspersión de gas mecánico permite obtener una aspersión del gas en burbujas muy finas con una estructura sencilla. Además, con la incorporación del aparato de aspersión de gas mecánico, el reactor de depósito agitado permite obtener un coeficiente de transferencia de masa

gas-líquido elevado y un mejor grado de utilización del gas. Otra ventaja de la invención consiste en que el suministro de gas no se atasca fácilmente. El suministro de gas no necesita una presión alta, ya que sólo es necesario que el mismo esté a una presión superior a la presión hidrostática.

5 En una realización de la invención, la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara de dispersión es más grande que $0,25 \text{ kW/m}^3$.

En una realización de la invención, la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara de dispersión está en el intervalo de $0,5 - 2 \text{ kW/m}^3$, mientras que la energía de mezclado en cualquier otra parte en el depósito de reactor fuera de la cámara de dispersión es inferior a $0,5 \text{ kW/m}^3$.

10 Según la invención, el segundo volumen de la cámara de dispersión es inferior al 10% del primer volumen del depósito de reactor.

Según la invención, el impulsor principal tiene un primer diámetro y la cámara de dispersión tiene un segundo diámetro que es más pequeño que el primer diámetro.

Según la invención, la cámara de dispersión comprende una pared que define un espacio interior hueco en el interior de la pared, un extremo superior que está abierto hacia arriba y un extremo inferior que está abierto hacia abajo.

15 En una realización de la invención, la cámara de dispersión está dispuesta debajo del impulsor principal.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión está dispuesta sobre el impulsor principal.

En una realización de la invención, los medios de mezclado comprenden un elemento de mezclado unido al eje de accionamiento.

20 En una realización de la invención, el elemento de mezclado comprende un impulsor auxiliar unido al eje de accionamiento para poder girar con el mismo y dispuesto en el espacio interior de la cámara de dispersión.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al fondo o a la pared lateral del depósito de reactor, de modo que la cámara de dispersión es estacionaria.

25 En una realización de la invención, el elemento de mezclado comprende deflectores unidos a la pared de la cámara de dispersión en el espacio interior de la cámara de dispersión. Preferiblemente, los deflectores son placas verticales.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al eje de accionamiento para poder girar con el mismo.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión y el impulsor auxiliar están unidos entre sí.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al impulsor principal.

30 En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al impulsor principal debajo del impulsor principal.

En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al impulsor principal debajo del impulsor principal para poder girar con el mismo. El elemento de mezclado comprende deflectores unidos a la pared de la cámara de dispersión en el espacio interior de la cámara de dispersión y un elemento de estator unido al fondo del depósito de reactor. El elemento de estator estacionario está dispuesto coaxialmente con respecto a la cámara de dispersión.

40 En una realización de la invención, para crear el patrón de flujo principal, el reactor comprende dos impulsores principales, un impulsor principal inferior unido al extremo inferior del eje de accionamiento, y un impulsor principal superior unido al eje de accionamiento a una distancia sobre el impulsor principal inferior. La cámara de dispersión está unida al eje de accionamiento o al impulsor principal inferior sobre el impulsor principal inferior y debajo del impulsor superior. Por lo tanto, la cámara de dispersión está dispuesta entre los impulsores principales inferior y superior.

45 En una realización de la invención, la cámara de dispersión está unida al fondo o a la pared lateral del depósito de reactor. Los medios de mezclado comprenden un eje de accionamiento auxiliar que se extiende a través de la pared lateral o del fondo del depósito de reactor hasta el espacio interior de la cámara de dispersión, un segundo motor para girar el eje de accionamiento auxiliar. Los medios de mezclado comprenden un impulsor auxiliar unido al eje de accionamiento auxiliar y dispuesto en el espacio interior de la cámara de dispersión.

En una realización de la invención, el eje de giro del eje de accionamiento auxiliar es sustancialmente vertical.

En una realización de la invención, el eje de giro del eje de accionamiento auxiliar es sustancialmente horizontal.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos que se acompañan, incluidos para obtener una mejor interpretación de la invención y que constituyen parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y, conjuntamente con la descripción, ayudan a explicar los principios de la invención. En los dibujos:

- 5 la Figura 1 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una primera realización de la invención;
- la Figura 2 es una sección II-II de la Figura 1;
- la Figura 3 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una segunda realización de la invención,
- 10 la Figura 4 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una tercera realización de la invención,
- la Figura 5 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una cuarta realización de la invención,
- 15 la Figura 6 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una quinta realización de la invención,
- la Figura 7 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una sexta realización de la invención,
- la Figura 8 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una séptima realización de la invención,
- 20 la Figura 9 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una octava realización de la invención,
- la Figura 10 es una sección X-X de la Figura 9,
- la Figura 11 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una novena realización de la invención,
- 25 la Figura 12 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una décima realización de la invención,
- la Figura 13 es una vista en alzado lateral del reactor de depósito agitado de una undécima realización de la invención,
- 30 las Figuras 14 y 15 son gráficos que muestran resultados de ensayos de experimentos realizados con un reactor de depósito agitado y sin un aparato de aspersión de gas mecánico, mostrando la Figura 14 el coeficiente de transferencia de masa volumétrico (valor $k_L a$) con valores diferentes de energía de mezclado y mostrando la Figura la eficiencia de oxígeno con valores diferentes de energía de mezclado.

Descripción detallada de la invención

- 35 La Figura 1 muestra un reactor de depósito agitado para transferencia de masa gas-líquido en una suspensión. El reactor de depósito agitado se usará en aplicaciones hidrometalúrgicas. El reactor de depósito agitado puede consistir especialmente en un reactor industrial de gran tamaño.

- 40 El reactor de depósito agitado incluye un depósito 1 de reactor. El depósito 1 es un cilindro vertical que tiene una pared lateral 18 y un fondo 17. El depósito 1 también puede tener unos deflectores de pared verticales (no mostrados) unidos a su pared lateral 18. Un eje 2 de accionamiento se extiende verticalmente en el depósito 1 de reactor. Un motor 3 está dispuesto para girar el eje 2 de accionamiento. Un impulsor principal 4 está unido al eje 2 de accionamiento para crear un patrón de flujo principal en el depósito 1 de reactor. El impulsor principal 4 es un impulsor de flujo axial de bombeo descendente. Una entrada 5 de gas está dispuesta para suministrar gas que es conducido al depósito a través de un tubo, finalizando como una entrada 5 de gas debajo del impulsor principal junto al fondo 17 del depósito.

- 45 Un aparato 6 de aspersión de gas mecánico está dispuesto debajo del impulsor principal 4 para dispersar el gas suministrado desde la entrada 5 de gas en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

- 50 Tal como puede observarse en las Figuras 1 y 2, el aparato 6 de aspersión de gas comprende una cámara 7 de dispersión. Mientras el depósito 1 de reactor tiene un primer volumen V_1 , la cámara 7 de dispersión tiene un segundo

volumen V_2 que es sustancialmente más pequeño que el primer volumen V_1 . El segundo volumen V_2 de la cámara 7 de dispersión es inferior al 10% del primer volumen V_1 del depósito 1 de reactor. La cámara 6 de dispersión es coaxial con el eje 2 de accionamiento y el impulsor principal 4. La entrada 5 de gas suministra gas a la cámara 6 de dispersión. Un impulsor auxiliar 8 está unido al extremo inferior del eje 2 de accionamiento para poder girar con el mismo. Por lo tanto, el impulsor principal 4 y el impulsor auxiliar 8 giran a la misma velocidad de giro. El impulsor auxiliar 8 está dispuesto en el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión.

Con esta configuración, la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara 7 de dispersión es significativamente más grande que la energía de mezclado en cualquier otra parte en el reactor. Preferiblemente, la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara 7 de dispersión es más grande que $0,25 \text{ kW/m}^3$ y, más preferiblemente, la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara 7 de dispersión está en el intervalo de $0,5 - 2 \text{ kW/m}^3$, mientras que la energía de mezclado en el depósito 1 de reactor fuera de la cámara 7 de dispersión es inferior a $0,5 \text{ kW/m}^3$. El impulsor principal 4 tiene un diámetro d_1 y la cámara 7 de dispersión tiene un segundo diámetro d_2 que es más pequeño que el primer diámetro d_1 . El impulsor principal 4 siempre está dispuesto fuera de la cámara 4 de dispersión.

La cámara 7 de dispersión comprende una pared 13 que define un espacio 14 interior hueco en el interior de la pared. La cámara 7 de dispersión tiene un extremo superior 15 que está abierto hacia arriba y un extremo inferior 16 que está abierto hacia abajo. Aunque la Figura 2 muestra una cámara 7 de dispersión tubular que tiene una sección circular (es decir, la misma es un cilindro con una sección constante a lo largo de su longitud), debe entenderse que la forma de sección de la cámara 7 de dispersión no se limita a ninguna forma específica. La sección de la cámara de dispersión puede tener cualquier forma y también puede variar en dirección vertical.

En la realización de la Figura 1, la cámara 7 de dispersión está unida al fondo 17 o a la pared lateral 18 del depósito 1 de reactor para ser estacionaria. Unos deflectores 9 están unidos a la pared 13 de la cámara 7 de dispersión en el espacio interior 14 de la cámara de dispersión. El impulsor auxiliar 8 mostrado en las Figuras 1 y 2 es un impulsor de flujo radial (tal como una turbina Rushton) que comprende un disco plano que está unido al eje 2 de accionamiento. Unas palas planas verticales están montadas verticalmente en el disco plano. No obstante, el impulsor auxiliar 8 puede ser cualquier tipo de impulsor que produce una cantidad deseada de energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara de dispersión.

Las Figuras 3 a 13 muestran modificaciones diferentes de la disposición del aparato 6 de aspersión mecánico de gas. A continuación, las características ya descritas haciendo referencia a las Figuras 1 y 2 también son aplicables en las realizaciones de las Figuras 3 a 13 y, por lo tanto, no se repetirán en la siguiente descripción.

Las Figuras 3 y 4 muestran una modificación de la disposición del aparato 6 de aspersión de gas mecánico, como el de la Figura 1, que está dispuesto debajo del impulsor principal 4 para dispersar el gas suministrado desde la entrada 5 de gas en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito. La diferencia en comparación con la realización de la Figura 1 consiste en que, en la Figura 3, la cámara 7 de dispersión y el impulsor auxiliar 8 están unidos entre sí y al extremo inferior del eje 2 de accionamiento, de modo que la cámara 7 de dispersión y el impulsor auxiliar 8 giran con el eje 2 de accionamiento.

La Figura 5 muestra otra realización adicional en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico, como el de la Figura 3, está dispuesto sobre el impulsor principal 4 para dispersar el gas suministrado desde la entrada 5 de gas (dispuesta en este caso en el extremo superior 15 de la cámara 7 de dispersión) en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 6 muestra otra realización en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico, como el de la Figura 5, está dispuesto sobre el impulsor principal 4 para dispersar el gas suministrado desde la entrada 5 de gas (dispuesta en este caso en el extremo superior 15 de la cámara 7 de dispersión) en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal. Un impulsor 4' principal superior está unido al eje 2 de accionamiento a una distancia H sobre el impulsor 4 principal inferior. La cámara 7 de dispersión está unida al eje 2 de accionamiento o al impulsor 4 principal inferior sobre el impulsor 4 principal inferior, de modo que la cámara 7 de dispersión está dispuesta entre los impulsores principales superior e inferior. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 7 muestra otra realización en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico, como el de la Figura 3, está unido al impulsor principal 4 debajo del impulsor principal 4. En esta realización, la cámara 7 de dispersión no está conectada directamente al impulsor auxiliar 8, sino que gira a la misma velocidad de giro con el mismo. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 8 muestra otra realización en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico, como el de la Figura 8, está unido al impulsor principal 4 encima del impulsor principal 4. También en esta realización, la cámara 7 de dispersión no está conectada directamente al impulsor auxiliar 8, sino que gira a la misma velocidad de giro con el mismo. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

Las Figuras 9 y 10 muestran otra realización en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico comprende la cámara 7 de dispersión que está unida al impulsor principal 4 debajo del impulsor principal para poder girar con el mismo. Unos deflectores 9 están unidos a la pared 13 de la cámara 7 de dispersión en el espacio interior 14 de la cámara de dispersión. Un elemento 10 de estator está unido al fondo 17 del depósito 1 de reactor para ser estacionario. El elemento 10 de estator es coaxial con respecto a la cámara 7 de dispersión. Por ejemplo, el elemento 10 de estator puede ser un perfil de forma vertical como el mostrado en la Figura 10, con cuatro alas que forman un ángulo de 90 grados con las alas adyacentes. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 11 muestra otra realización adicional en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico comprende una cámara 7 de dispersión que está unida al fondo 17 del depósito 1 de reactor. Un eje 11 de accionamiento auxiliar se extiende a través del fondo 17 del depósito 1 de reactor hasta el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. Un segundo motor 19 está dispuesto para girar el eje 11 de accionamiento auxiliar. El segundo motor 19 está dispuesto fuera del depósito 1 y debajo del fondo 17 del depósito 1. Un impulsor auxiliar 12 está unido al eje 11 de accionamiento auxiliar y dispuesto en el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. El eje de giro del eje 11 de accionamiento auxiliar es sustancialmente vertical. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 12 muestra otra realización adicional en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico comprende una cámara 7 de dispersión que está unida al fondo 17 del depósito 1 de reactor. Un eje 11 de accionamiento auxiliar se extiende hasta el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. Un segundo motor 19 está dispuesto para girar el eje 11 de accionamiento auxiliar. El segundo motor 19 está dispuesto fuera del depósito 1 y junto a la pared lateral 18 del depósito 1. Un impulsor auxiliar 12 está unido al eje 11 de accionamiento auxiliar y dispuesto en el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. El eje de giro del eje 11 de accionamiento auxiliar es sustancialmente vertical. El segundo motor 19 gira el eje 11 de accionamiento auxiliar mediante un tercer eje 20 de accionamiento horizontal a través de una transmisión 21 en ángulo. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

La Figura 12 muestra otra realización adicional en la que el aparato 6 de aspersión de gas mecánico comprende una cámara 7 de dispersión que está unida al fondo 17 del depósito 1 de reactor. Un eje 11 de accionamiento auxiliar horizontal se extiende a través de la pared lateral 18 del depósito 1 de reactor hasta el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. El eje de giro del eje 11 de accionamiento auxiliar es horizontal. Un segundo motor 19 está dispuesto para girar el eje 11 de accionamiento auxiliar. El segundo motor 19 está dispuesto fuera del depósito 1 y junto a la pared lateral 18 del depósito 1. Un impulsor auxiliar 12 está unido al eje 11 de accionamiento auxiliar y dispuesto en el espacio interior 14 de la cámara 7 de dispersión. El eje de giro del eje 11 de accionamiento auxiliar es sustancialmente vertical. El segundo motor 19 gira el eje 11 de accionamiento auxiliar mediante un tercer eje 20 de accionamiento horizontal a través de una transmisión 21 en ángulo. El mezclado de alta intensidad obtenido mediante el aparato 6 de aspersión de gas mecánico dispersa el gas en burbujas finas antes de que las burbujas finas entren en el patrón de flujo principal del depósito.

EJEMPLO

Haciendo referencia a las Figuras 14 y 15, se llevaron a cabo ensayos de laboratorio para demostrar los efectos ventajosos de la invención. A título de ejemplo de la invención, se oxidó una solución de sulfito de sodio en un depósito cilíndrico con un fondo plano y un diámetro interior de 780 mm. El depósito estaba equipado con un agitador giratorio, deflectores, y se dispuso un suministro de gas debajo del impulsor. El volumen de la solución era 485 l, el suministro de oxígeno aproximadamente 400 l/h y la temperatura se mantuvo entre 20 y 25 °C mediante refrigeración. El contenido de oxígeno disuelto se controló con un detector sumergido 20 cm debajo de la superficie de la solución. La velocidad de giro del agitador se controló con un transformador de frecuencia y se controló el consumo de energía del motor eléctrico. Se determinó la eficiencia de dispersión de gas de diferentes configuraciones midiendo el coeficiente de transferencia de masa volumétrico (valor $k_L a$) y la eficiencia de oxígeno a diferentes velocidades de giro. La medición del $k_L a$ se basó en un método de estado estable en el que se utiliza la oxidación de sulfito de sodio a sulfato de sodio para mantener el nivel de oxígeno disuelto constante durante el ensayo. Por lo tanto, el coeficiente de transferencia de masa se calcula basándose en el consumo de oxígeno estequiométrico y en el tiempo transcurrido hasta el consumo total. La eficiencia de oxígeno se determinó basándose en el requisito teórico y el suministro real de oxígeno.

- 5 En los primeros experimentos se usó un impulsor de hidroala (hydrofoil) de bombeo descendente único como el impulsor principal. El impulsor tenía tres palas, un diámetro de 302 mm y se dispuso a una distancia de 272 mm del fondo del depósito. Después de estas mediciones, un aparato de aspersión de gas mecánico descrito en esta solicitud (Figura 1) se incorporó debajo del mismo impulsor. La altura de la cámara de dispersión cilíndrica era de 200 mm, el diámetro de 200 mm y la misma estaba equipada con cuatro placas deflectoras. El impulsor que gira dentro de la cámara de dispersión era un impulsor de flujo radial con seis palas unidas a un disco plano. Este impulsor estaba unido al mismo eje debajo del impulsor principal. Su diámetro era de 120 mm, su altura de 120 mm y la anchura de las palas era de 30 mm.
- 10 Los resultados de estos experimentos se muestran en las Figuras 14 y 15. La eficiencia de dispersión de gas aumentó significativamente mediante el uso de este aparato de aspersión de gas mecánico. Por ejemplo, con una entrada de energía de mezclado de 50 W se consiguió un aumento del 84% del valor kLa y una mejora del 68% en la eficiencia de oxígeno.
- 15 Además, se llevaron a cabo algunos ensayos con el mismo diseño de dos impulsores sin la cámara de dispersión. Con esta configuración no se observó una mejora significativa en la eficiencia de dispersión de gas con una energía de mezclado similar en comparación con los experimentos realizados con el impulsor de hidroala de bombeo descendente único. Este comportamiento confirma que el efecto deseado se consigue suministrando el gas a través de una zona restringida donde la intensidad de mezclado es significativamente más grande que en cualquier otra parte en el reactor, tal como se describe en las reivindicaciones.
- 20 Resulta evidente para un experto en la técnica que, con el avance de la tecnología, la idea básica de la invención podrá implementarse de diversas maneras. Por lo tanto, la invención y sus realizaciones no se limitan a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Reactor de depósito agitado para transferencia de masa gas-líquido en una suspensión, que incluye
 - un depósito (1) de reactor que tiene un primer volumen (V_1),
 - un eje (2) de accionamiento que se extiende verticalmente en el depósito de reactor,
 - 5
 - un motor (3) para girar el eje (2) de accionamiento,
 - un impulsor principal (4) que es un impulsor de flujo axial de bombeo descendente unido al eje (2) de accionamiento para crear un patrón de flujo principal en el depósito de reactor, teniendo el impulsor principal (4) un primer diámetro (d_1),
 - 10
 - una entrada (5) de gas dispuesta para suministrar gas al interior del depósito (1) de reactor para su dispersión en el líquido, y
 - un aparato (6) de aspersión de gas,
- en el que el aparato (6) de aspersión de gas es mecánico y comprende
- una cámara (7) de dispersión que comprende una pared (13) que define un espacio (14) interior hueco en el interior de la pared, un extremo superior (15) que está abierto hacia arriba y un extremo inferior (16) que está abierto hacia abajo, teniendo dicha cámara (7) de dispersión un segundo diámetro (d_2) que es más pequeño que el primer diámetro (d_1) del impulsor principal (4), teniendo dicha cámara de dispersión un segundo volumen (V_2) que es inferior al 10% del primer volumen (V_1) del depósito (1) de reactor, y estando dispuesta dicha cámara (7) de dispersión de manera coaxial con el eje (2) de accionamiento, y estando dispuesta la entrada (5) de gas para suministrar gas al interior de la cámara (7) de dispersión, y
 - 15
 - medios (8, 9, 10, 11, 12) de mezclado dispuestos en el interior de la cámara (7) de dispersión para mezclar el gas con el líquido dispersando el gas en burbujas finas antes de que las burbujas entren en el patrón de flujo principal,
 - en el que la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara (7) de dispersión es significativamente más grande que la energía de mezclado en cualquier otra parte del reactor.
- 25 2. Reactor según la reivindicación 1, caracterizado por que la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara (7) de dispersión es más grande que $0,25 \text{ kW/m}^3$.
3. Reactor según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la energía de mezclado por unidad de volumen en el interior de la cámara (7) de dispersión está en el intervalo de $0,5 - 2 \text{ kW/m}^3$, mientras que la energía de mezclado en el depósito (1) de reactor fuera de la cámara de dispersión es inferior a $0,5 \text{ kW/m}^3$.
- 30 4. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está dispuesta debajo del impulsor principal (4).
5. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está dispuesta sobre el impulsor principal (4).
6. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los medios de mezclado comprenden un elemento (8) de mezclado unido al eje (2) de accionamiento.
- 35 7. Reactor según la reivindicación 6, caracterizado por que el elemento de mezclado comprende un impulsor auxiliar (8) unido al eje (2) de accionamiento para poder girar con el mismo y dispuesto en el espacio interior de la cámara (7) de dispersión.
8. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al fondo (17) o a la pared lateral (18) del depósito (1) de reactor para ser estacionaria.
- 40 9. Reactor según la reivindicación 8, caracterizado por que el elemento de mezclado comprende deflectores (9) unidos a la pared (13) de la cámara (7) de dispersión en el espacio interior (14) de la cámara de dispersión.
10. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al eje (2) de accionamiento para poder girar con el mismo.
- 45 11. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 7 o 10, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión y el impulsor auxiliar (8) están unidos entre sí.
12. Reactor según la reivindicación 11, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al impulsor principal (4).

13. Reactor según la reivindicación 12, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al impulsor principal (4) debajo del impulsor principal.
14. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al impulsor principal (4) debajo del impulsor principal para poder girar con el mismo; y por que el elemento de mezclado comprende deflectores (9) unidos a la pared (13) de la cámara (7) de dispersión en el espacio interior (14) de la cámara de dispersión y un elemento (10) de estator unido al fondo (17) del depósito (1) de reactor, estando dispuesto el elemento (10) de estator coaxialmente con respecto a la cámara (7) de dispersión.
15. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que, para crear el patrón de flujo principal, el reactor comprende dos impulsores principales, un impulsor (4) principal inferior unido al extremo inferior del eje (2) de accionamiento, y un impulsor (4') principal superior unido al eje (2) de accionamiento a una distancia (H) sobre el impulsor (4) principal inferior, y por que la cámara (7) de dispersión está unida al eje de accionamiento o al impulsor principal inferior sobre el impulsor principal inferior.
16. Reactor según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la cámara (7) de dispersión está unida al fondo (17) o a la pared lateral (18) del depósito (1) de reactor; por que los medios de mezclado comprenden un eje (11) de accionamiento auxiliar que se extiende a través de la pared lateral o del fondo del depósito de reactor hasta el espacio interior (14) de la cámara (7) de dispersión, un segundo motor (19) para girar el eje (11) de accionamiento auxiliar; y por que los medios de mezclado comprenden un impulsor auxiliar (12) unido al eje (11) de accionamiento auxiliar y dispuesto en el espacio interior de la cámara (7) de dispersión.
17. Reactor según la reivindicación 16, caracterizado por que el eje de giro del eje (11) de accionamiento auxiliar es sustancialmente vertical.
18. Reactor según la reivindicación 16, caracterizado por que el eje de giro del eje (11) de accionamiento auxiliar es sustancialmente horizontal.

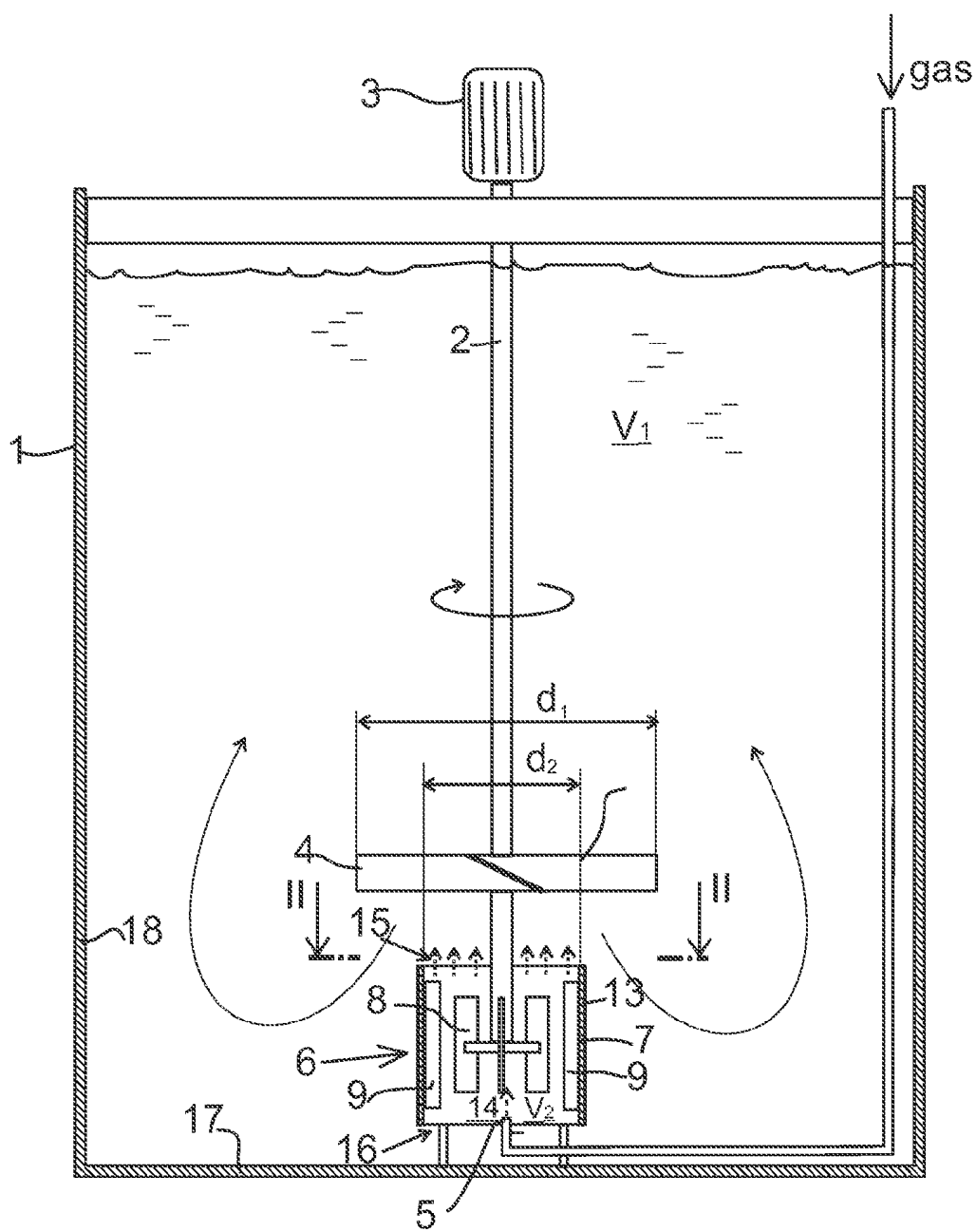


Fig. 1

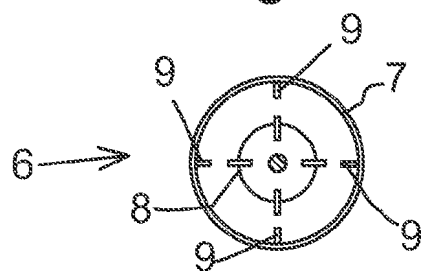


Fig. 2

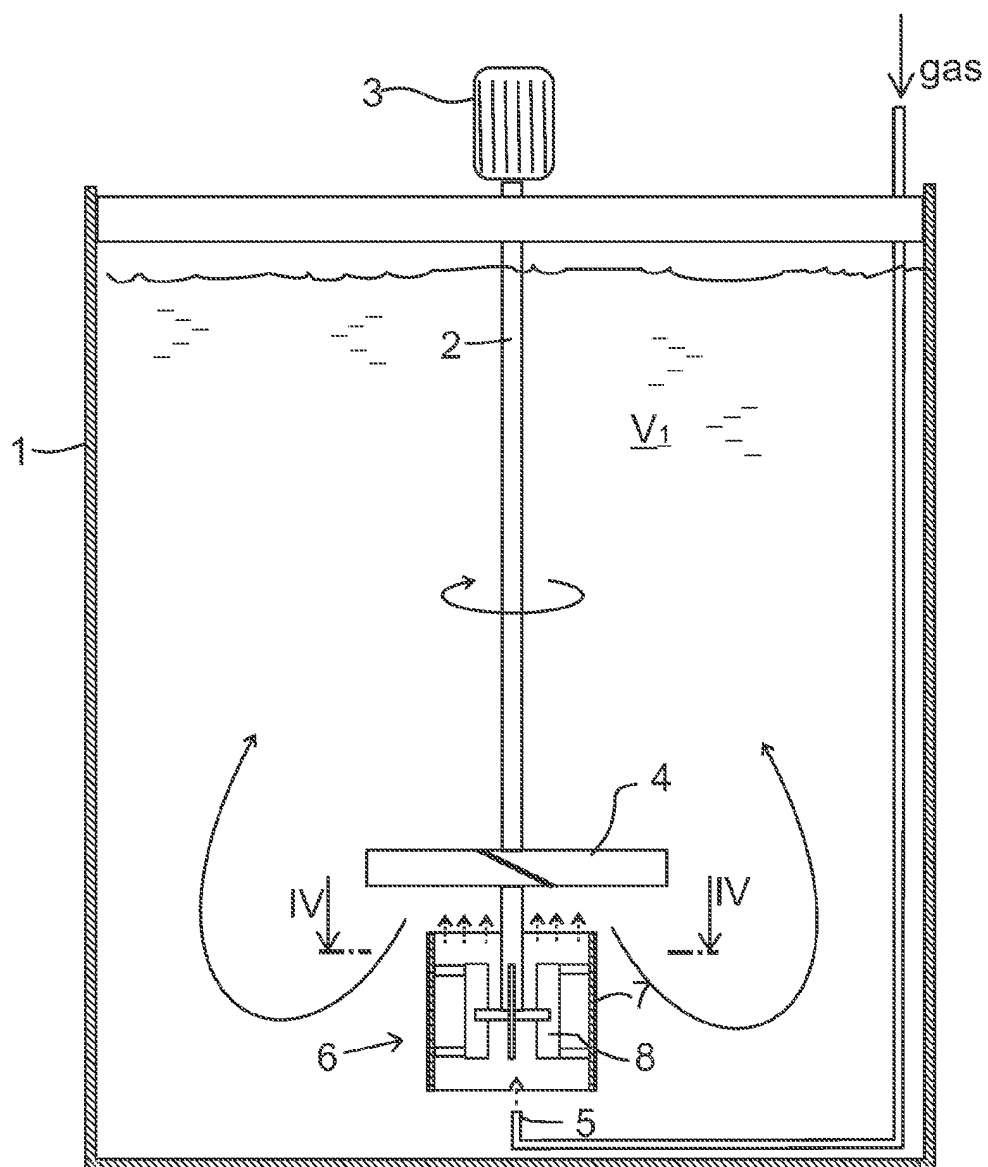


Fig. 3

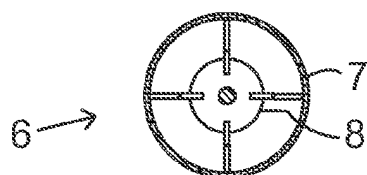


Fig. 4

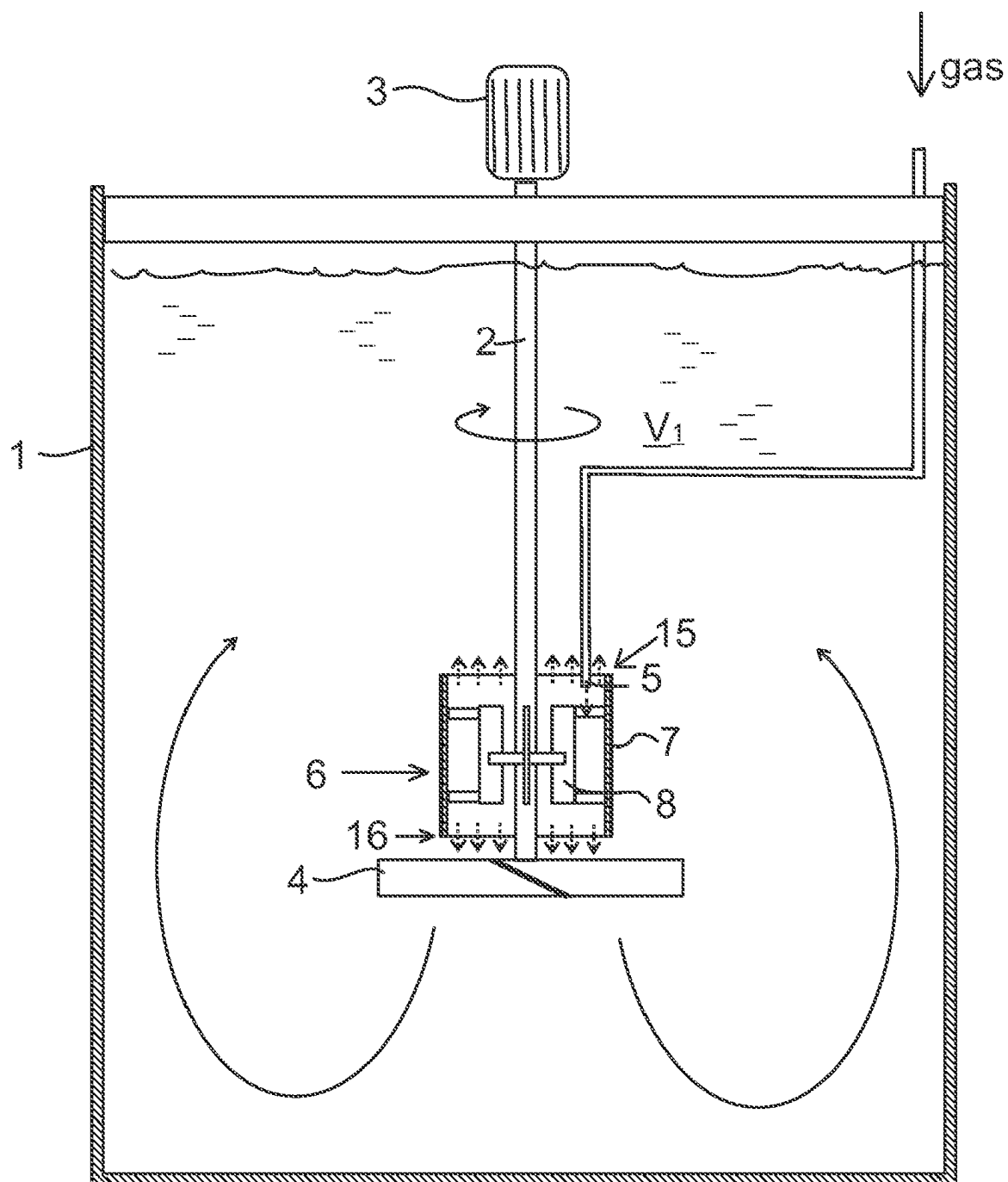


Fig. 5

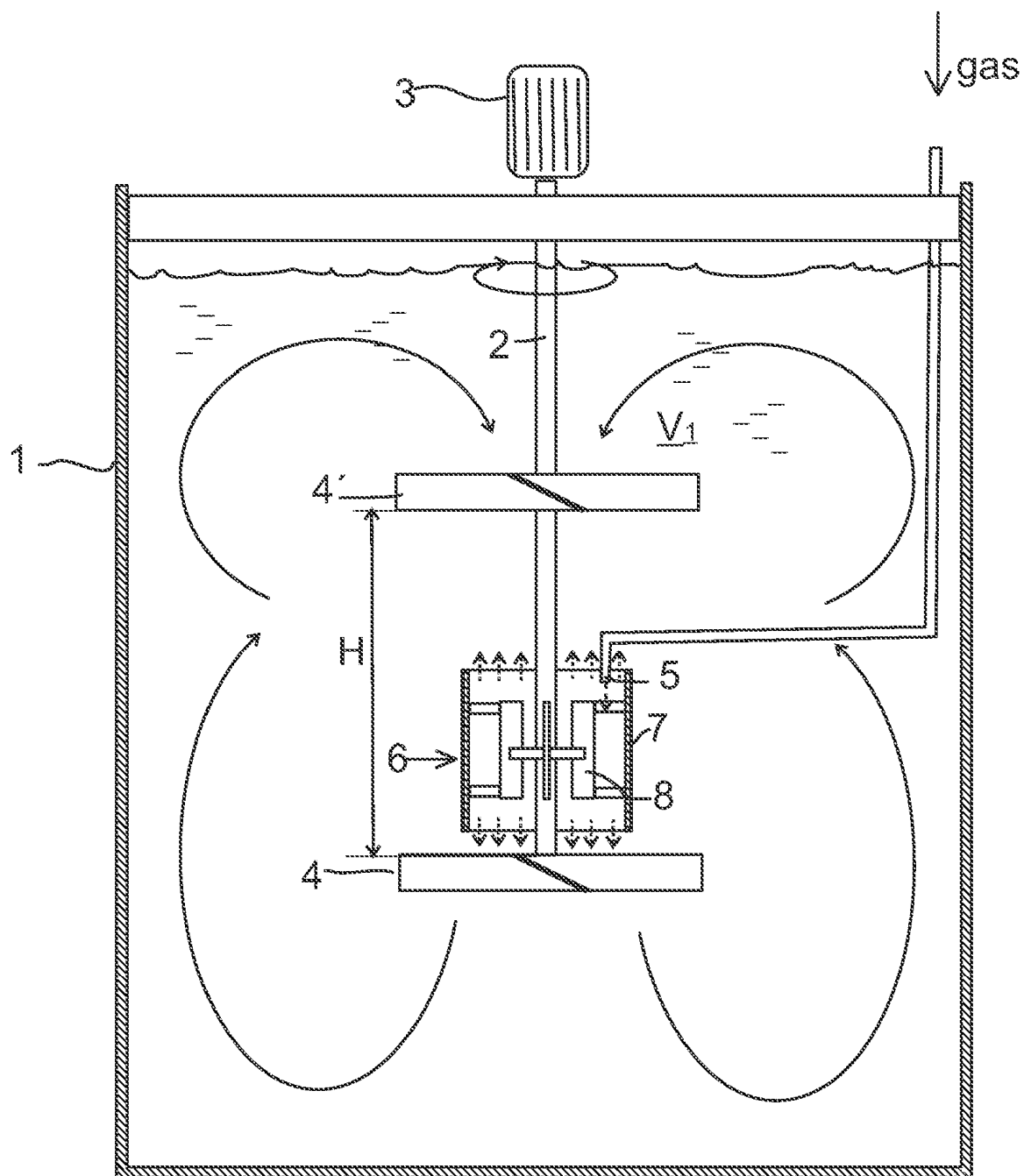


Fig. 6

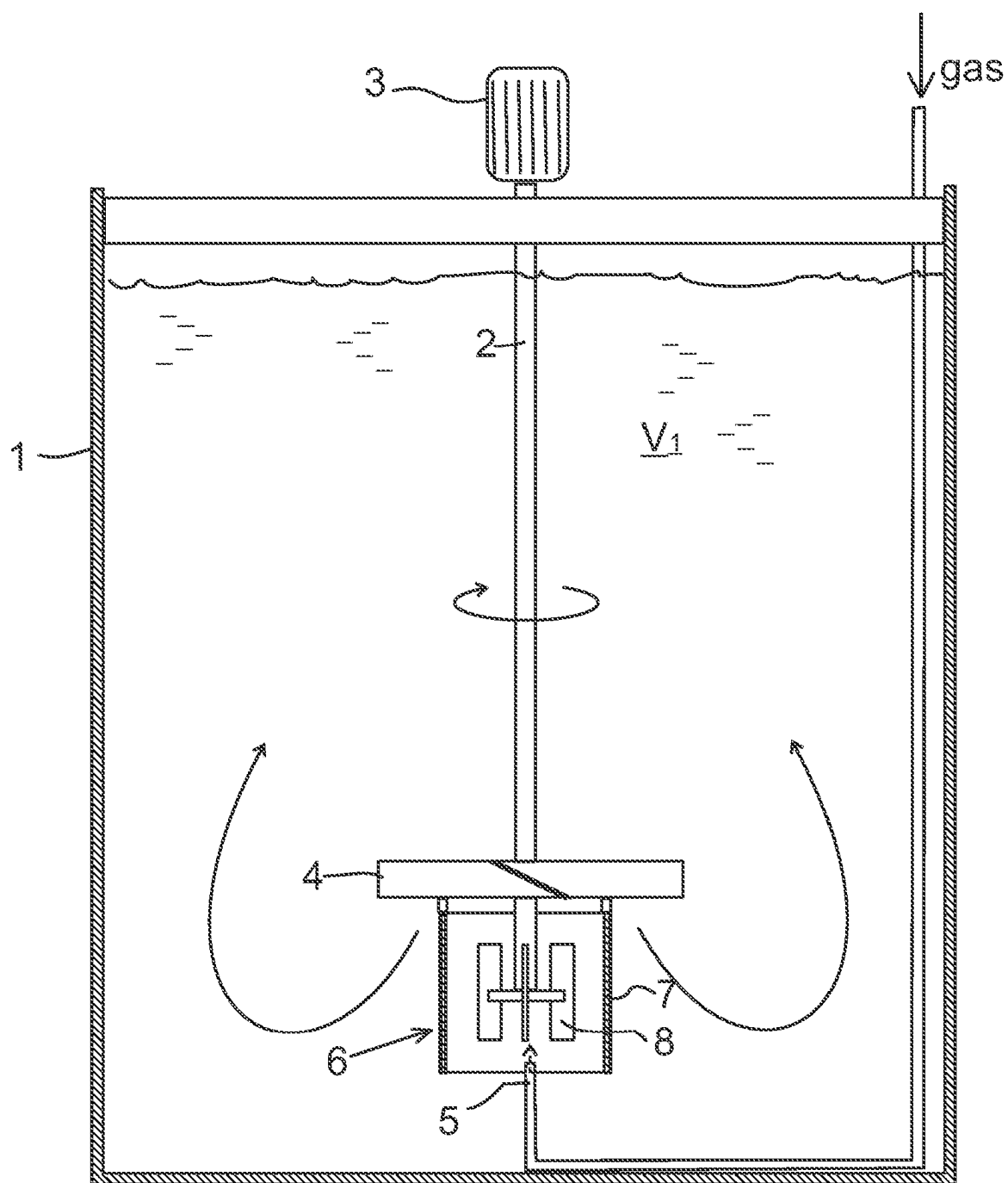


Fig. 7

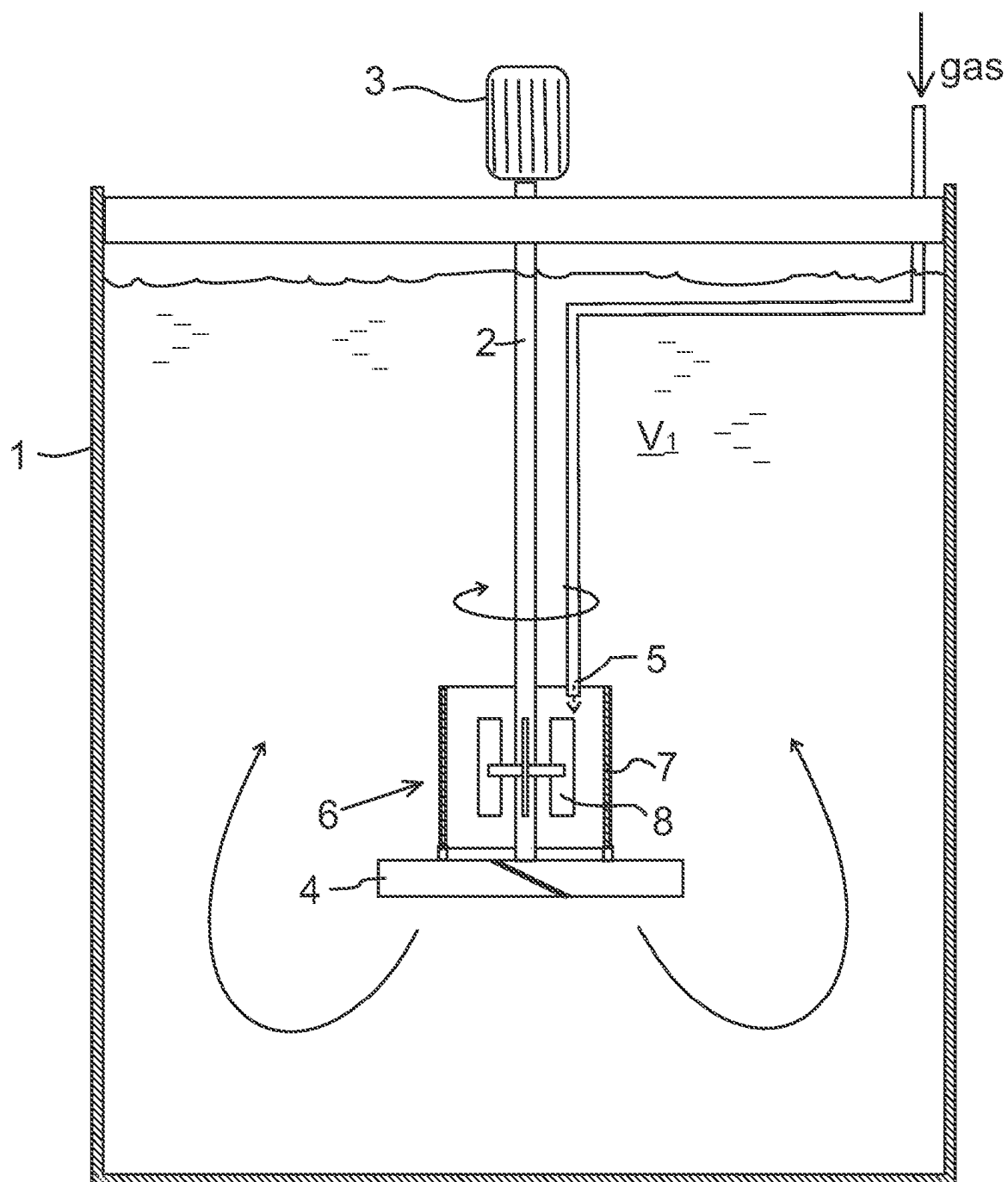


Fig. 8

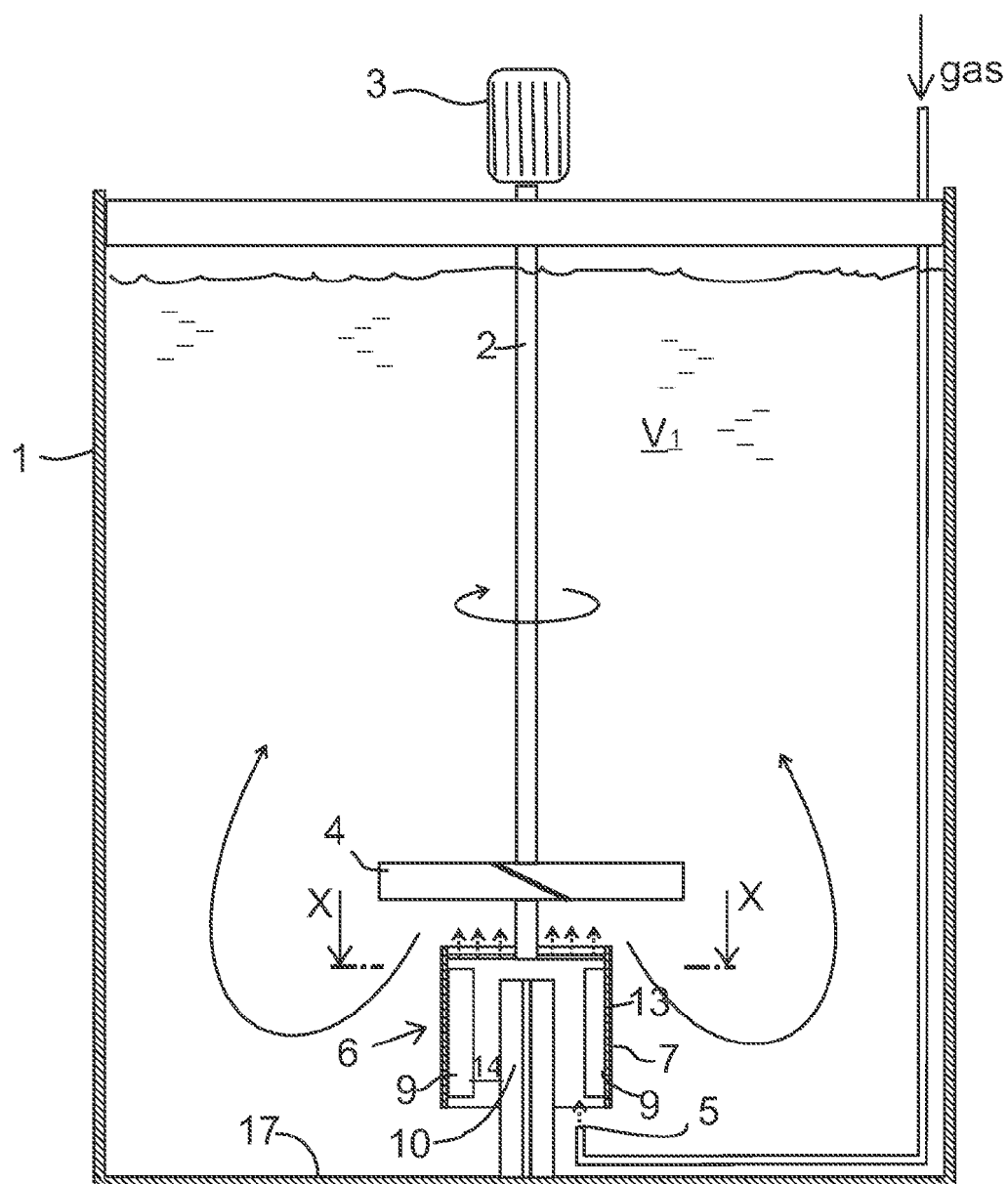


Fig. 9

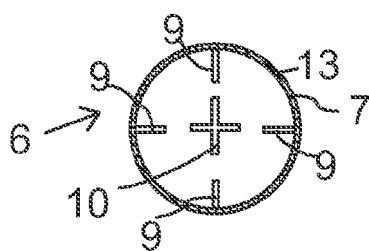


Fig. 10

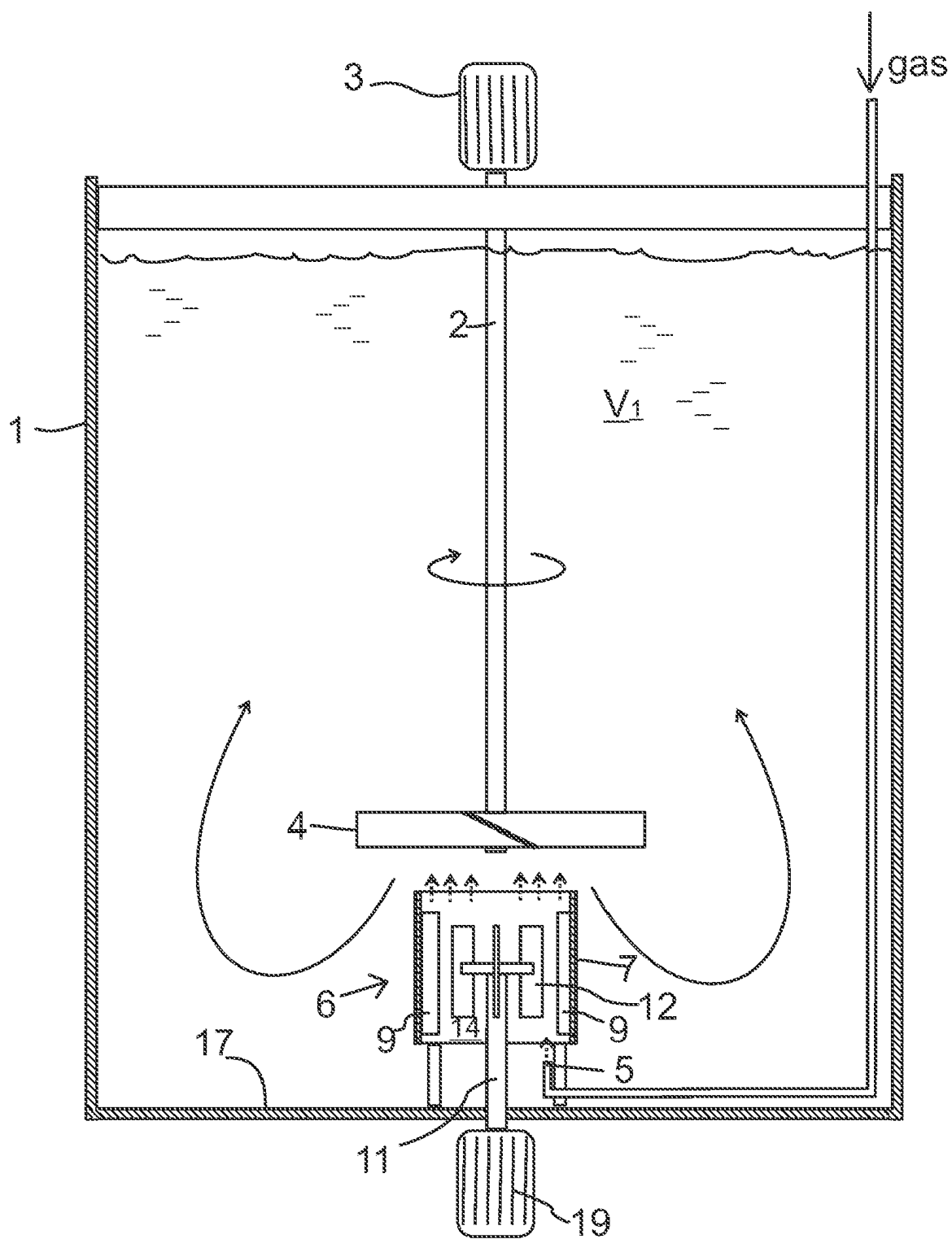


Fig. 11

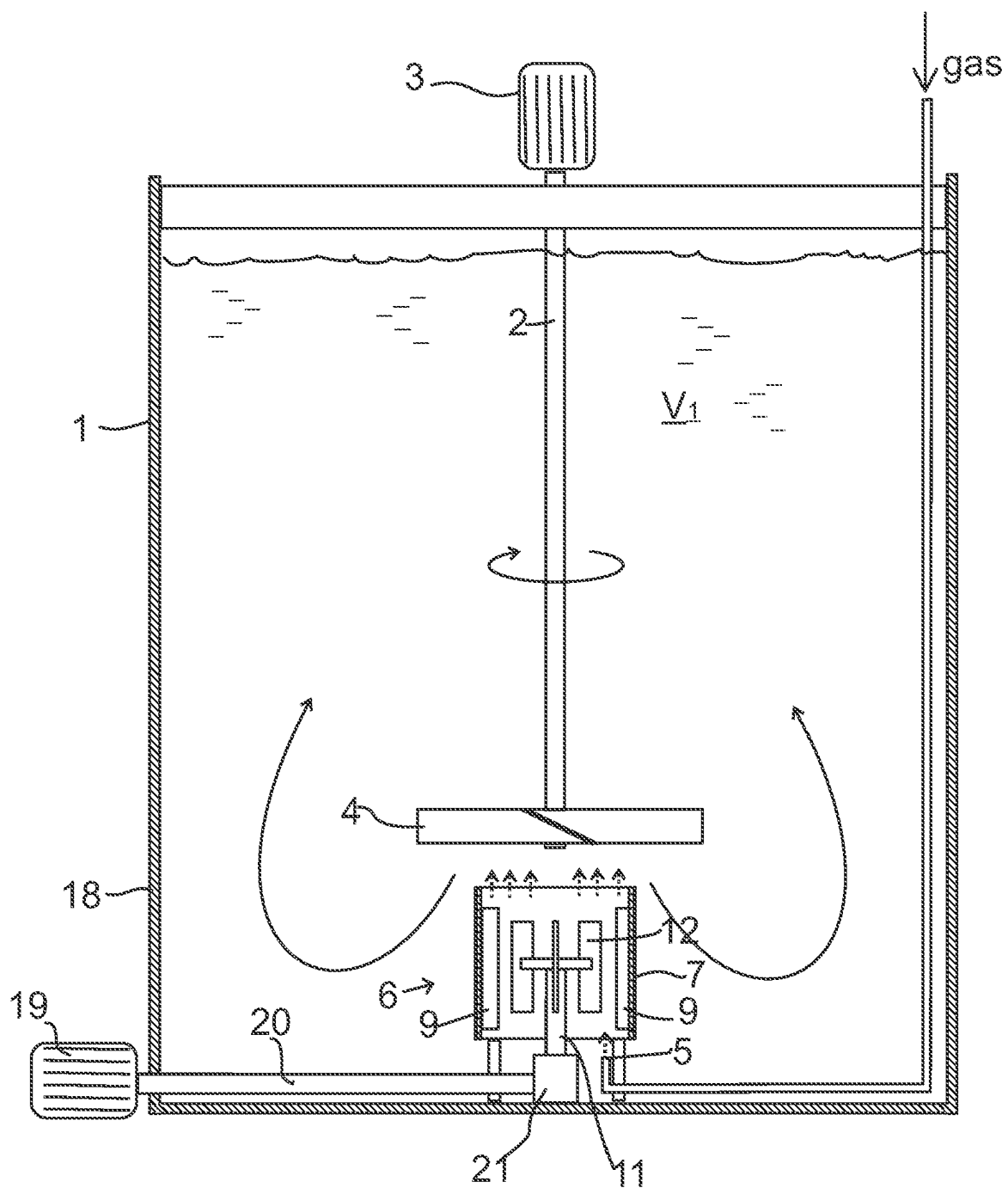


Fig. 12

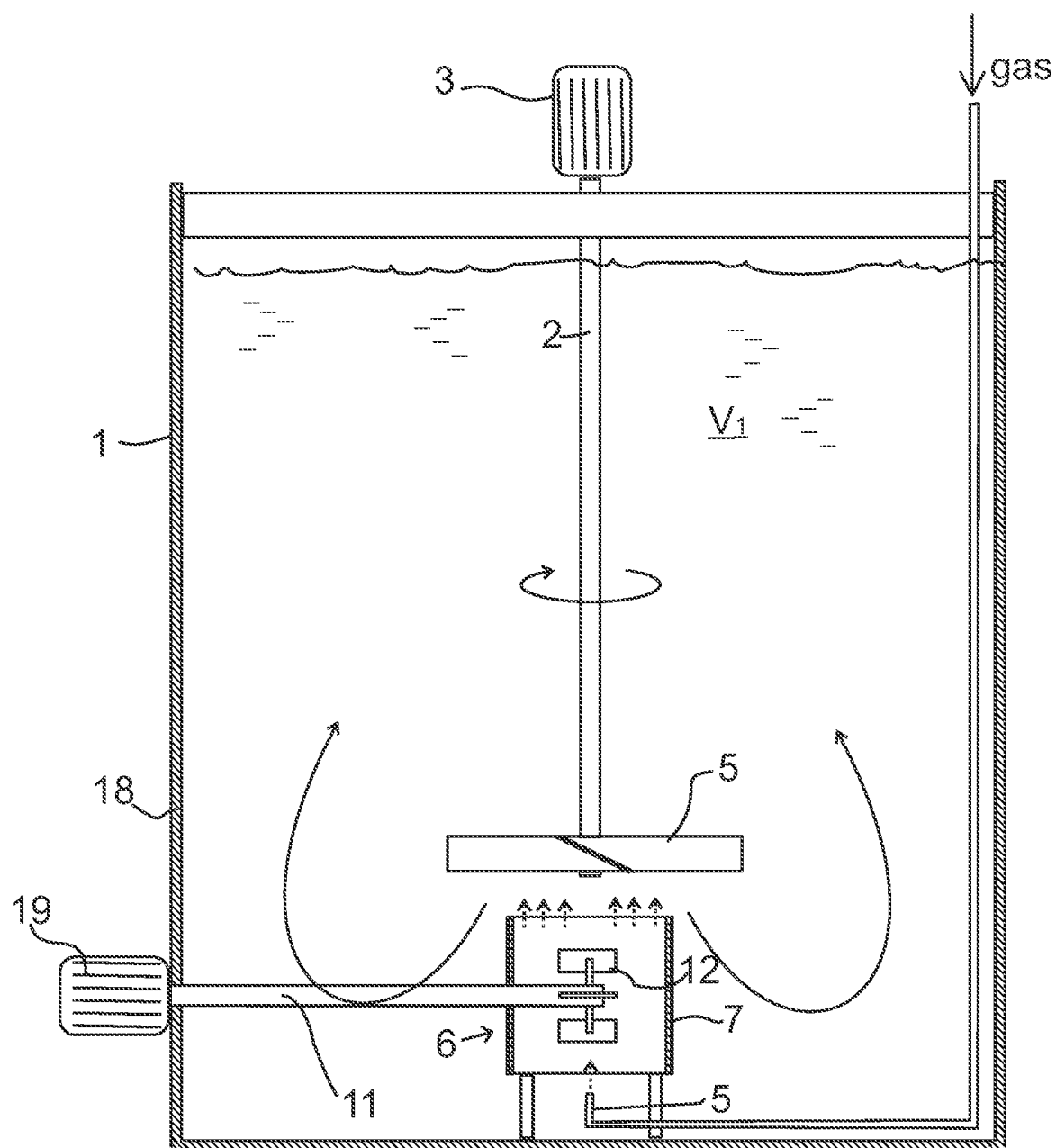


Fig. 13

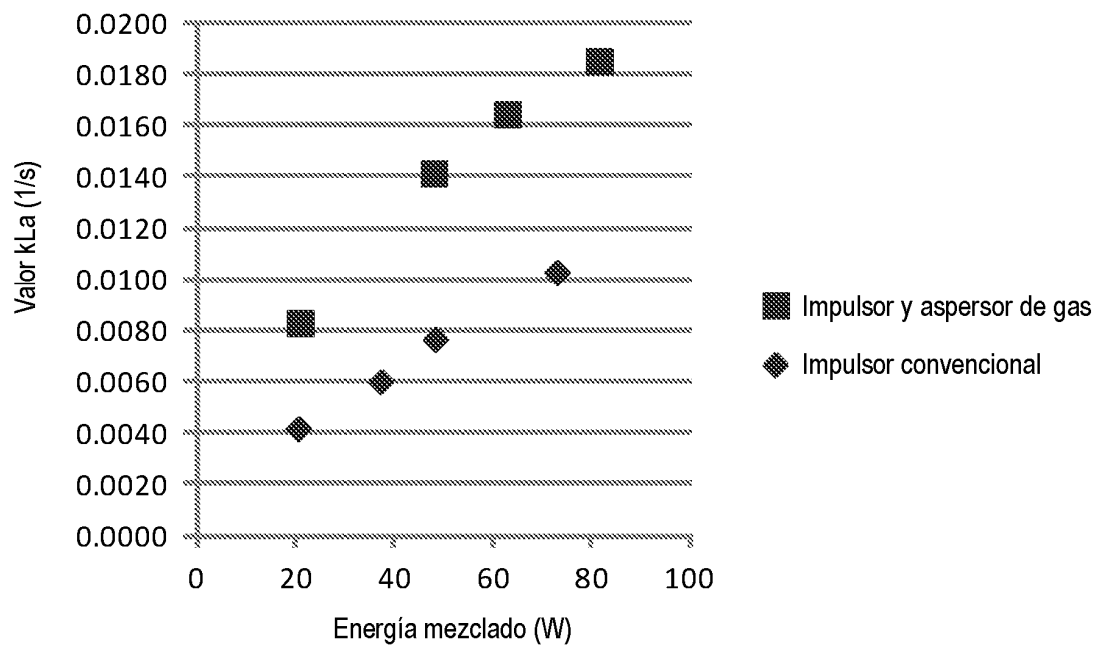


Fig. 14

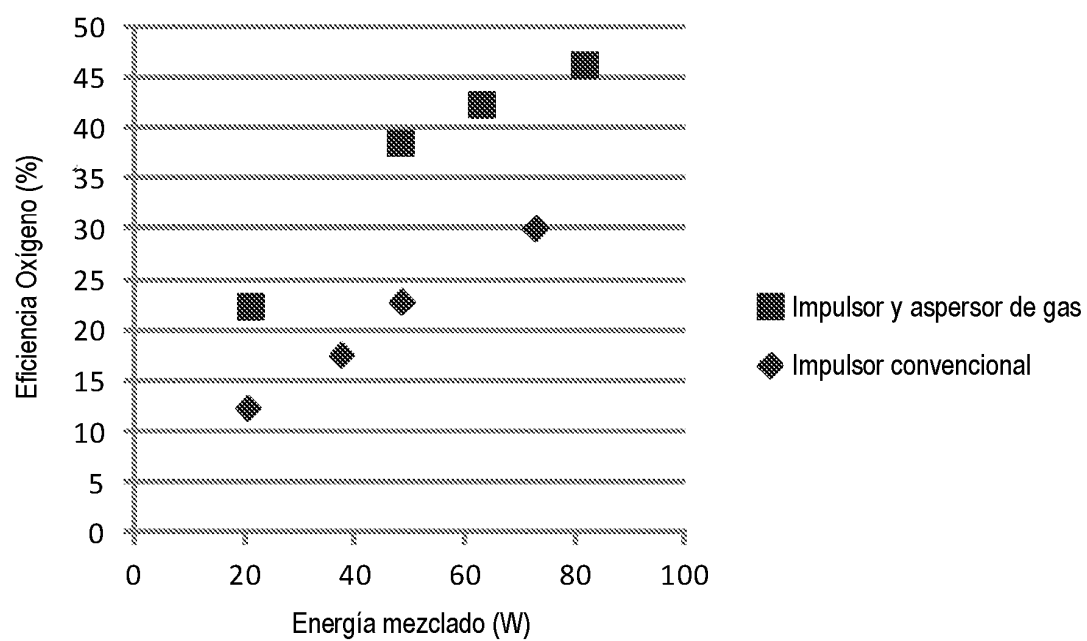


Fig. 15