

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 700**

51 Int. Cl.:

**F28C 3/08** (2006.01)

**F28C 1/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.12.2010 E 16189884 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3159641**

54 Título: **Método para enfriar líquido**

30 Prioridad:

**22.12.2009 JP 2009290972**

**17.11.2010 JP 2010256710**

**17.11.2010 JP 2010256711**

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

**11.03.2020**

73 Titular/es:

**KAO CORPORATION (100.0%)**

**14-10, Nihonbashi-Kayabacho 1-chome, Chuo-ku**

**Tokyo 103-8210, JP**

72 Inventor/es:

**FUJIOKA, TOKU y**

**YAMAUCHI, WATARU**

74 Agente/Representante:

**MARTÍN BADAJOZ, Irene**

**ES 2 747 700 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 para enfriar líquido

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a métodos para enfriar líquidos y a métodos para fabricar disoluciones acuosas de tensioactivos aniónicos enfriadas en los métodos de enfriamiento.

**10 Antecedentes de la técnica**

Un método comúnmente conocido para enfriar un líquido que contiene un componente volátil es suministrar el líquido a una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil de modo que al menos una parte del componente volátil se vaporiza, mediante lo cual se enfría el líquido. En este caso, si el líquido es poco viscoso o no espumante, las burbujas del componente volátil vaporizado se desplazan fácilmente hacia arriba en el líquido alcanzando la superficie de contacto gas-líquido, y de ese modo, estallan y se liberan a la fase gaseosa.

Sin embargo, si el líquido es un líquido espumante que contiene un tensioactivo, las burbujas que han alcanzado la superficie de contacto gas-líquido no estallan fácilmente. Además, si el líquido es viscoso, las burbujas quedan retenidas o arrastradas en el líquido formando espuma como espuma de afeitar o merengue, dando como resultado una disminución desventajosa en la densidad y fluidez del líquido.

Para abordar estos problemas, se conocen métodos de reducción de la formación de espuma y de eliminación de espuma usando un antiespumante. Sin embargo, a menudo no pueden usarse antiespumantes en los campos de tensioactivos, azúcares, disoluciones acuosas de espesante, alimentos, etc.

Por tanto, como método para desespumar sin usar un antiespumante, por ejemplo, el documento de patente 1 describe un método de soplar, sobre la superficie de un líquido, un gas que tiene una temperatura inferior a la temperatura de disolución.

El documento de patente 2 describe un método de, cuando se sopla un líquido en un evaporador, evaporar el líquido en una tubería para producir un estado de dos fases de gas-líquido, reduciendo de esa forma la formación de espuma.

Los documentos de patente 3 y 4 describen un método de suministrar un líquido a un dispositivo de desgasificación en donde la presión se ha reducido y enfriar el líquido a medida que el líquido fluye a lo largo de la superficie de la pared interna del dispositivo de desgasificación, condensando de ese modo burbujas.

Como método para fabricar un tensioactivo aniónico, por ejemplo, el documento de patente 5 describe un método de hacer circular una disolución acuosa de sulfato de alquilo en una trayectoria de circulación, suministrar de manera continua sulfato de alquilo y un álcali que son materiales para provocar la neutralización de la disolución acuosa de sulfato de alquilo que circula en la trayectoria de circulación, y al mismo tiempo, recoger de manera continua una parte de la disolución acuosa de sulfato de alquilo que circula en la trayectoria de circulación como un producto, y enfriar la disolución acuosa de sulfato de alquilo usando un intercambiador de calor proporcionado e insertado en la trayectoria de circulación.

El documento de patente 6 describe que vaporizando instantáneamente una mezcla obtenida poniendo en contacto un material sulfatado y un material básico entre sí, la mezcla se separa en un componente de fase gaseosa y un componente de fase líquida, y se recoge el componente de fase líquida.

El documento de patente 7 describe que se suministran de manera continua una disolución de ácido que contiene un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico y una disolución de álcali para la neutralización a un evaporador de película fina para formar una película fina de la disolución de mezcla de la misma sobre la pared interna calentada del evaporador al tiempo que se somete a neutralización y condensación/secado en paralelo a presión reducida.

El documento de patente 8 describe un método para fabricar alquil éter sulfato en el que el alquil éter se sulfata, seguido por desgasificación a presión reducida y luego neutralización en un esquema continuo cerrado usando un dispositivo de enfriamiento externo.

**60 Lista de referencias**

Documentos de patentes

65 Documento de patente 1: publicación de patente japonesa n.º 59-111914

Documento de patente 2: publicación de patente japonesa n.º H05-49801

Documento de patente 3: publicación de patente japonesa n.º 2007-252383

5 Documento de patente 4: publicación de patente japonesa n.º 2005-161139

Documento de patente 5: publicación de patente japonesa n.º H02-218656

10 Documento de patente 6: publicación de patente japonesa n.º 2000-96084

Documento de patente 7: publicación de patente japonesa n.º H11-172294

Documento de patente 8: publicación de patente japonesa n.º 2004-359871

## 15 **Sumario de la invención**

El método de enfriamiento de líquido según la presente invención es un método para enfriar un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo suministrando el líquido a un tanque de enfriamiento que contiene una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil y vaporizándose de ese modo al menos una parte del componente volátil. Un tiempo de vuelo del líquido es de 0,030 s o más, que se define como un valor obtenido dividiendo una distancia de vuelo del líquido entre la velocidad inicial del líquido representado de la siguiente manera. La distancia de vuelo es la distancia lineal por encima de la cual el líquido vuela en el tanque de enfriamiento.

25 la velocidad inicial del líquido = una velocidad de flujo de volumen del líquido durante el suministro/un área de suministro del líquido (I)

En otro método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada según la presente invención, una disolución acuosa de tensioactivo aniónico obtenida mediante neutralización de un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico con un álcali se enfría en el otro método de enfriamiento de líquido de la presente invención, en donde el componente volátil es agua y el tensioactivo es el tensioactivo aniónico.

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

35 [Figura 1] La figura 1 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de enfriamiento según una primera realización, que no es según la invención.

[Figura 2] La figura 2 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de neutralización según la primera realización, que no es según la invención.

40 [Figura 3] La figura 3 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de enfriamiento según la invención.

[Figura 4] La figura 4(a) es un diagrama para describir una distancia de vuelo (I), la figura 4(b) es un diagrama para describir una distancia de vuelo (II) y la figura 4(c) es un diagrama para describir una distancia de vuelo (III).

[Figura 5] La figura 5 es un diagrama que muestra una configuración de un dispositivo de neutralización según la invención.

50 [Figura 6] La figura 6 es una vista lateral de una boquilla de pulverización.

[Figura 7] La figura 7(a) es una vista en planta que muestra una configuración de un recipiente superior de un dispositivo de enfriamiento usado en el ejemplo 2-4, y la figura 7(b) es una vista lateral del recipiente superior.

## 55 **Descripción de realizaciones**

[Primera realización]

Esta realización no es según la invención pero es un ejemplo útil para entender la invención.

60 (Método de enfriamiento de líquido)

Un método de enfriamiento de líquido según una primera realización es tal como sigue. Cuando se suministra un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo a una zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil de modo que al menos una parte del componente volátil se vaporiza, mediante lo cual se enfría el líquido, se introduce un gas distinto del

componente volátil en la zona de enfriamiento en la atmósfera que tiene la presión de modo que el gas entra en contacto con el líquido.

5 En general, cuando se suministra un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo a una zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil de modo que al menos una parte del componente volátil se vaporiza, mediante lo cual el líquido se enfría, entonces si el líquido tiene propiedades espumantes o viscosas, se retienen o arrastran burbujas en el líquido formando espuma como espuma de afeitar o merengue, y por tanto, el líquido tras enfriarse tiene una densidad inferior. En la zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil, la temperatura del gas en las burbujas retenidas o arrastradas en el líquido es el punto de ebullición. Por tanto, si se aplica incluso una pequeña presión usando, por ejemplo, una bomba de evacuación, las burbujas se condensan, mediante lo cual el líquido puede aproximarse a la densidad verdadera. Sin embargo, si la densidad del líquido (la densidad del líquido que contiene gas) es baja, la zona de enfriamiento necesita tener un gran volumen y también necesita tener una altura suficiente para impedir la cavitación. Además, si la densidad del líquido es baja, la fluidez del líquido es baja, y por tanto, por ejemplo, se requiere una bomba de evacuación de tamaño mayor, conduciendo a un aumento del coste.

20 En esta situación, en el método de soplado, sobre la superficie de un líquido, de un gas que tiene una temperatura inferior a la temperatura de disolución (véase el documento de patente 1), se tarda un tiempo para que las burbujas se muevan hacia arriba hasta alcanzar la superficie del líquido, y por tanto, se requiere un medio para almacenar y retener el líquido, y este método no puede aplicarse a los líquidos viscosos en los que las burbujas se mueven hacia arriba a una velocidad considerablemente baja. En el método de, cuando se sopla un líquido en un evaporador, evaporar el líquido en una tubería para producir un estado de dos fases de gas-líquido (véase el documento de patente 2), es necesario calentar el líquido antes de suministrarlo al evaporador, y por tanto, este método no puede aplicarse a líquidos que tienen una baja estabilidad térmica. Además, es necesario que el estado del flujo sea un flujo intermitente o un flujo anular, y por tanto, el intervalo de funcionamiento de la presión y la temperatura se ven limitados de manera desventajosa. En el método de suministro de un líquido a un dispositivo de desgasificación en donde la presión se ha reducido y el líquido se enfría a medida que el líquido fluye a lo largo de la superficie de la pared interna del dispositivo de desgasificación (véanse los documentos de patente 3 y 4), el coeficiente de transferencia de calor del líquido en el que las burbujas se retienen o se arrastran se reduce, y por tanto, es considerablemente ineficaz para enfriar el líquido usando la superficie de la pared interna como superficie de transferencia de calor.

35 Sin embargo, según el método de enfriamiento de líquido de la primera realización, cuando el líquido se enfría tal como se describió anteriormente, se introduce un gas distinto del componente volátil para que entre en contacto con el líquido, mediante lo cual las burbujas retenidas o arrastradas en el líquido pueden eliminarse sin las desventajas anteriores e independientemente del uso o no uso de un antiespumante. Por tanto, es posible reducir o impedir la contaminación del líquido con impurezas tras el enfriamiento.

40 El método de enfriamiento de líquido de la primera realización puede llevarse a cabo de un modo continuo, discontinuo o semicontinuo.

45 En el modo continuo, por ejemplo, puede proporcionarse una bomba de evacuación en una parte inferior de un dispositivo de enfriamiento al que se suministra un líquido, y el líquido tras enfriarse puede descargarse de manera continua del dispositivo de enfriamiento, mediante lo cual el líquido puede enfriarse. En este caso, el líquido resultante puede tener una densidad superior, y por tanto, el cabezal de succión positiva neta disponible (NPSHav) se hace más grande para la bomba de evacuación, mediante lo cual la cavitación puede reducirse o prevenirse. Además, la superficie del líquido almacenado y retenido en el dispositivo puede mantenerse a una altura inferior, mediante lo cual puede reducirse la altura del dispositivo, y por tanto, puede reducirse el coste. Por tanto, el método de enfriamiento de líquido de la primera realización es particularmente preferible para el modo continuo.

55 En el modo discontinuo, puede obtenerse un líquido que tiene una densidad superior, y por tanto, la cantidad del líquido procesada por operación unitaria puede aumentarse. Además, el volumen del dispositivo puede reducirse, dando como resultado un beneficio económico. Además, en comparación con un método de enfriamiento usando un intercambiador de calor que es generalmente el más frecuentemente empleado, puede reducirse la pérdida de presión. Esta reducción de la pérdida de presión se hace más significativa a medida que la viscosidad del líquido aumenta. Además, ya no es necesario aumentar el tamaño de la trayectoria de flujo con el fin de reducir la pérdida de presión, por ejemplo, y por tanto, el volumen del dispositivo puede reducirse, dando como resultado ahorros de espacio.

60 Obsérvese que el método de enfriamiento de líquido de la primera realización es eficaz no sólo en el enfriamiento, sino también en la condensación y eliminación de impurezas porque el componente volátil se vaporiza.

<Líquido>

65 El líquido no está particularmente limitado. Ejemplos del líquido para los que la introducción de gas tiene un efecto

desespumante particularmente significativo incluyen líquidos viscosos y líquidos espumantes. El líquido también incluye fluidos (suspensiones) que contienen partículas sólidas y fluidos (pastas) que tienen una alta viscosidad y pueden contener o no partículas sólidas. El líquido también incluye fluidos (fluidos con burbujas arrastradas) que contienen o arrastran burbujas tales como aire en el líquido.

5 El líquido incluye al menos un componente volátil y un tensioactivo que confiere propiedades viscosas o espumantes al líquido.

10 Ejemplos del componente volátil incluyen agua, disolventes orgánicos, etc. Ejemplos del disolvente orgánico incluyen: alcoholes tales como metanol, etanol y alcohol isopropílico; cetonas tales como acetona y metil etil cetona; ésteres tales como acetato de metilo y acetato de etilo; hidrocarburos alifáticos tales como hexano normal; hidrocarburos alicíclicos tales como ciclohexano; hidrocarburos aromáticos tales como tolueno y xileno; hidrocarburos alifáticos clorados tales como diclorometano y cloroformo; y similares. El componente volátil puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes.

15 El tensioactivo puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. El contenido del tensioactivo es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa. El efecto desespumante es particularmente significativo para fluidos de alta viscosidad y fluidos de alta viscosidad (fluidos con burbujas arrastradas) que contienen o que arrastran burbujas tales como aire en el líquido. En este sentido, el contenido del tensioactivo es preferiblemente del 20 10 al 99% en masa, más preferiblemente del 30 al 95% en masa, incluso más preferiblemente del 50 al 90% en masa, y todavía incluso más preferiblemente del 55 al 85% en masa.

Ejemplos del tensioactivo incluyen tensioactivos aniónicos, tensioactivos no iónicos, tensioactivos catiónicos, tensioactivos anfóteros, polímeros anfífilos, etc.

25 Ejemplos del tensioactivo aniónico incluyen: tipo de éster del ácido sulfúrico tal como sulfato de alquilo y alquil éter sulfato de polioxietileno; tipo de ácido sulfónico tal como bencenosulfonato de alquilo; tipo de ácido carboxílico; tipo de éster del ácido fosfórico; y similares. Cuando estos tensioactivos aniónicos se mezclan con agua, la viscosidad de la mezcla aumenta y por tanto la fluidez disminuye y finalmente desaparece con la concentración creciente del 30 tensioactivo hasta una determinada concentración de tensioactivo. Si la concentración de tensioactivo aumenta adicionalmente a partir de la concentración, la mezcla forma una pasta y reaparece la fluidez. Esto se conoce comúnmente. Para una mezcla de pasta de este tipo, la introducción de gas tiene un efecto desespumante particularmente significativo.

35 Ejemplos del tensioactivo no iónico incluyen: tipo de éter tal como alquil éter de polioxietileno; tipo de éster tal como éster de ácido graso de glicerina, éster de ácido graso de sorbitano y éster de ácido graso de sacarosa; tipo de éster-éter tal como éster de ácido graso de polioxietileno-sorbitano; tipo de alcanolamida tal como alquilalcanolamida; y similares.

40 Ejemplos del tensioactivo catiónico incluyen tipo de sal de amonio cuaternario, sal de alquilamina, etc.

Ejemplos del tensioactivo anfótero incluyen: tipo de carboxibetaína tal como alquilbetaína; tipo de óxido de amina tal como óxido de alquilamina; y similares.

45 El polímero anfífilo es un polímero que tiene grupos tanto hidrófobos como hidrófilos. Por ejemplo, el polímero anfífilo puede sintetizarse mediante copolimerización de un tensioactivo reactivo y un monómero hidrófilo o copolimerización de un monómero hidrófilo iónico y un monómero hidrófobo. Obsérvese que el tensioactivo reactivo es un tensioactivo que tiene un doble enlace insaturado polimerizable, o un grupo hidrófilo iónico y un grupo hidrófobo, en la molécula.

50 El líquido puede contener componentes para las respectivas aplicaciones, etc.

La viscosidad del líquido es, por ejemplo, de 0,01 a 1000 Pa·s. La viscosidad del líquido puede medirse mediante un viscosímetro de cilindro coaxial doble.

55 Ejemplos específicos del líquido incluyen disoluciones acuosas de tensioactivo, suspensiones que contienen una composición de detergente, disoluciones acuosas de espesante, líquidos que contienen alimentos (azúcares, chocolate, leche de soja procesada, etc.), y similares.

60 El líquido antes de enfriar puede contener o arrastrar burbujas. Cuando el líquido con burbujas arrastradas se suministra a la zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil, el gas en las burbujas se expande y también se expulsa y elimina por el componente volátil vaporizado. Por tanto, usando el líquido con burbujas arrastradas, puede obtenerse un líquido que tiene una densidad superior que antes de enfriar, y una excelente fluidez.

65 <Presión y temperatura>

5 La presión de la zona de enfriamiento a la que se suministra el líquido se fija para que sea inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil a la temperatura de la zona de enfriamiento. En este caso, normalmente, la zona de enfriamiento se forma deseablemente de una atmósfera que tiene una presión igual a la presión de vapor saturado del componente volátil a la temperatura. Si el componente volátil no se enfría hasta una temperatura deseada debido a la elevación del punto de ebullición, la atmósfera que tiene la presión se fija preferiblemente para que tenga una presión que es inferior a la presión de vapor saturado. Obsérvese que la presión de vapor saturado de agua a 25°C es de 3,17 kPa.

10 La temperatura de la zona de enfriamiento es, por ejemplo, de -20 a 200°C, pero dependiendo de la composición del líquido suministrado a la zona de enfriamiento.

<Operación de suministro de líquido>

15 La temperatura de la zona de enfriamiento es, por ejemplo, de 0 a 220°C, pero dependiendo de la composición del líquido suministrado a la zona de enfriamiento. No se necesita necesariamente que el líquido se caliente previamente, etc. Por tanto, el método de enfriamiento de líquido de la primera realización puede aplicarse satisfactoriamente a materiales que tienen una mala estabilidad térmica.

20 El medio para suministrar el líquido a la zona de enfriamiento no está particularmente limitado. Se usa preferiblemente un medio de atomización tal como una boquilla de pulverización.

25 Cuando se usa el medio de atomización para suministrar el líquido a la zona de enfriamiento, la dirección en la que se suministra el líquido es preferiblemente, pero sin limitarse particularmente a, una dirección hacia abajo (desde la parte superior a la inferior). El diámetro de gotita del líquido es preferiblemente de 1 a 10000 µm. Si es difícil pulverizar el líquido en forma de gotitas debido a la alta viscosidad, el líquido puede suministrarse en forma de una película o una barra. En este caso, el grosor de la película líquida es preferiblemente de 1 a 10000 µm.

30 El líquido puede suministrarse a la zona de enfriamiento desde un único punto o una pluralidad de puntos. En particular, cuando el líquido tiene una alta viscosidad y por tanto provocaría una gran pérdida de presión, el líquido se suministra preferiblemente desde una pluralidad de puntos.

<Gas>

35 El gas introducido en la zona de enfriamiento es un gas distinto del componente volátil contenido en el líquido. El gas introducido no está particularmente limitado siempre que el gas sea reactivo con el líquido. Si es deseable presión reducida, el gas introducido es preferiblemente un gas condensable con el fin de reducir la carga de un condensador y una bomba de vacío. Específicamente, el gas introducido es, por ejemplo, vapor (vapor de agua), etc. Si el componente volátil es agua, el gas introducido es aire, nitrógeno, etc., por ejemplo. El gas introducido en la zona de enfriamiento puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes.

45 Además del gas introducido en la zona de enfriamiento, el componente volátil contenido en el líquido puede introducirse simultáneamente. En este caso, el contenido del componente volátil con respecto a todos los gases es preferiblemente del 20% en masa o menos. Con el fin de reducir la presión parcial del componente volátil en la atmósfera que tiene la presión de la zona de enfriamiento para acelerar la desespumación, el contenido de componente volátil es más preferiblemente del 5% en masa o menos, incluso más preferiblemente del 1% en masa o menos o del cero % en masa.

<Operación de introducción de gas>

50 La temperatura del gas introducido en la zona de enfriamiento es, por ejemplo, pero sin limitarse particularmente, de 0 a 200°C.

55 La cantidad del gas introducido en la zona de enfriamiento es, pero sin limitarse particularmente a, del 0,0001 al 10% en masa con respecto a la cantidad del líquido suministrado. Con el fin de reducir la carga del condensador y la bomba de vacío, la cantidad de gas introducido es más preferiblemente del 2% en masa o menos, incluso más preferiblemente del 1% en masa o menos.

60 La dirección en la que se introduce el gas en la zona de enfriamiento puede ser, pero sin limitarse particularmente a, una dirección que es opuesta a la dirección en la que se suministra el líquido y en la que el gas entra en contacto con el líquido de una manera en contracorriente, o una dirección que es la misma que la dirección en la que se suministra el líquido y en la que el gas entra en contacto con el líquido de una manera en cocorriente.

65 Con el fin de aumentar el área de superficie de contacto gas-líquido para lograr una desespumación eficaz, el gas se introduce preferiblemente en la zona de enfriamiento de modo que el gas entra en contacto con el líquido antes de que el líquido suministrado al dispositivo (zona de enfriamiento) que contiene la atmósfera que tiene la presión que

es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil alcance la pared interna del dispositivo o la superficie del líquido almacenado y retenido en el dispositivo. Por tanto, el gas preferiblemente se introduce directamente a la entrada de suministro de líquido en la zona de enfriamiento. Obsérvese que el gas puede introducirse en la zona de enfriamiento de modo que el gas entra en contacto con el líquido después de que el líquido alcance la pared interna del dispositivo o la superficie del líquido almacenado y retenido en el dispositivo.

El gas puede introducirse en la zona de enfriamiento desde un único punto o una pluralidad de puntos. En particular, cuando el líquido se suministra desde una pluralidad de puntos, el gas también se introduce preferiblemente desde una pluralidad de puntos con el fin de permitir que el gas y el líquido entren en contacto eficazmente entre sí.

<Dispositivo de enfriamiento>

La figura 1 muestra un dispositivo 100 de enfriamiento de ejemplo que puede usarse en el método de enfriamiento de líquido de la primera realización.

En el dispositivo 100 de enfriamiento, un recipiente 111 superior y un recipiente 112 inferior están dispuestos verticalmente, y una parte inferior del recipiente 111 superior y una parte superior del recipiente 112 inferior se conectan entre sí mediante una tubería 113 de conexión que se extiende verticalmente.

Una tubería 121 de suministro de líquido, una primera tubería 122 de introducción de gas y una primera tubería 123 de descarga de gas están conectadas a una parte de placa superior en una parte superior del recipiente 111 superior. La tubería 121 de suministro de líquido, la primera tubería 122 de introducción de gas y la primera tubería 123 de descarga de gas penetran en la parte de placa superior del recipiente 111 superior y tienen cada una una abertura orientada hacia abajo. La tubería 121 de suministro de líquido puede proporcionarse en otras posiciones del recipiente 111 superior. Con el fin de aumentar el tiempo de vuelo del líquido suministrado para acelerar la desespumación, la tubería 121 de suministro de líquido se proporciona preferiblemente en la parte de placa superior en la parte superior del recipiente 111 superior. El volumen del recipiente 111 superior es, por ejemplo, de 1 a 10000 l.

Una boquilla 131 de pulverización está unida a una punta de la tubería 121 de suministro de líquido. El método de suministro del líquido al recipiente 111 superior no está particularmente limitado. Con el fin de aumentar el área de superficie de contacto gas-líquido para mejorar la eficacia de enfriamiento, es preferible usar medios de atomización tales como la boquilla 131 de pulverización, tal como se describió anteriormente. Como medio de atomización, la boquilla 131 de pulverización es preferible porque no requiere potencia para la atomización y ahorra energía y es fácil de mantener. La boquilla 131 de pulverización está comercialmente disponible, por ejemplo, en Spraying Systems Co., Japan con los nombres comerciales "Spiral Jet Spray Nozzle" y "Full Jet Spray Nozzle" y en H. IKEUCHI Co. LTD. con los nombres comerciales "Hollow Cone Nozzle (serie AAP)" y "Full Cone Nozzle (serie AJP)." Ejemplos de otros medios de atomización incluyen: los que realizan atomización usando energía de presión, tales como válvulas de pulverización; los que realizan atomización usando energía de gas, tales como boquillas de dos fluidos; los que realizan atomización usando fuerza centrífuga, tales como poros de pulverización rotatorios y discos rotatorios; los que realizan atomización usando energía de vibración tales como vibración de boquilla y onda ultrasónica; y similares. La boquilla 131 de pulverización puede ser un tipo de boquilla de cono completo o boquilla de cono hueco.

Una segunda tubería 124 de descarga de gas está conectada a una parte superior del recipiente 112 inferior. La segunda tubería 124 de descarga de gas tiene una abertura orientada hacia abajo. Una segunda tubería 125 de introducción de gas está conectada a una parte media del recipiente 112 inferior. La segunda tubería 125 de introducción de gas penetra en la parte media y tiene una abertura orientada horizontalmente. Una tubería 126 de descarga de líquido está conectada a una parte inferior (parte de fondo) del recipiente 112 inferior. Se proporciona una bomba 141 de evacuación y se inserta en la tubería 126 de descarga de líquido. El volumen del recipiente 112 inferior es, por ejemplo, de 1 a 10000 l.

En este caso, cuando el líquido se enfría de un modo continuo, el NPSHav se fija preferiblemente para que sea más grande que el cabezal de succión positiva neta requerido (NPSHre) de la bomba 141 de evacuación, reduciendo o impidiendo de ese modo la cavitación, y la longitud de la tubería 126 de descarga de líquido entre el recipiente 112 inferior y la bomba 141 de evacuación se fija preferiblemente para que sea suficiente de modo que la velocidad de flujo de descarga puede controlarse para mantener la superficie del líquido enfriado en el tubo 126 de descarga de líquido o en el recipiente 112 inferior. En este caso, como un detector para detectar la superficie del líquido, por ejemplo, puede usarse un medidor de nivel de presión diferencial, un medidor de nivel ultrasónico, un medidor de nivel por radar, etc. Cuando el líquido se enfría de un modo discontinuo o semicontinuo, no es necesario necesariamente que la tubería 126 de descarga de líquido esté conectada a la parte inferior (parte de fondo) del recipiente 112 inferior.

Una tercera tubería 127 de introducción de gas está conectada a una parte media de la tubería 113 de conexión. La tercera tubería 127 de introducción de gas penetra en la parte media y tiene una abertura orientada horizontalmente. La tubería 113 de conexión tiene, por ejemplo, una longitud de 50 a 10000 mm y un diámetro interno de 10 a

1000 mm.

Obsérvese que el dispositivo 100 de enfriamiento puede estar dotado de medios de aislamiento térmico para mantener el calor del líquido en el dispositivo, tal como una camisa de agua caliente y un traceado eléctrico.

En el método de enfriamiento de líquido de la primera realización usando el dispositivo 100 de enfriamiento, el líquido se suministra desde la tubería 121 de suministro de líquido a través de la boquilla 131 de pulverización al recipiente 111 superior. El líquido suministrado al dispositivo se enfría hasta una temperatura que proporciona la presión de vapor saturado del componente volátil (es decir, el punto de ebullición bajo la presión) en la zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil. Por otro lado, el gas se introduce en el dispositivo a través de cualquiera de las tuberías 122, 125 y 127 de introducción de gas primera a tercera, y se descarga del dispositivo a través de cualquiera de las tuberías 123 y 124 de descarga de gas primera y segunda.

En este caso, cuando la segunda tubería 125 de introducción de gas se usa para introducir el gas en el dispositivo y se usa la primera tubería 123 de descarga de gas para descargar el gas del dispositivo, el gas introducido en el dispositivo fluye desde el recipiente 112 inferior por medio de la tubería 113 de conexión hasta el recipiente 111 superior, es decir, el gas fluye en un sentido opuesto al sentido de flujo del líquido, y por tanto, el gas y el líquido entran en contacto entre sí de una manera en contracorriente (a continuación en el presente documento denominado "condiciones 1 de contacto en contracorriente de gas-líquido"). De manera similar, cuando se usa la segunda tubería 125 de introducción de gas para introducir el gas en el dispositivo y se usa la segunda tubería 124 de descarga de gas para descargar el gas del dispositivo, el gas introducido en el dispositivo fluye hacia arriba (desde la parte inferior hasta la superior) en el recipiente 112 inferior, es decir, el gas fluye en un sentido opuesto al sentido de flujo del líquido, y por tanto, el gas y el líquido entran en contacto entre sí de una manera en contracorriente (a continuación en el presente documento denominado "condiciones 2 de contacto en contracorriente de gas-líquido"). Cuando se usa la tercera tubería 127 de introducción de gas para introducir el gas en el dispositivo y se usa la primera tubería 123 de descarga de gas para descargar el gas del dispositivo, el gas introducido en el dispositivo fluye desde la tubería 113 de conexión hasta el recipiente 111 superior, es decir, el gas fluye en un sentido opuesto al sentido de flujo del líquido, y por tanto, el gas y el líquido entran en contacto entre sí de una manera en contracorriente (a continuación en el presente documento denominado "condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido"). Obsérvese que, en las condiciones 1 y 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido, el líquido suministrado a través de la tubería 121 de suministro de líquido y la boquilla 131 de pulverización al recipiente 111 superior, se permite que entre en contacto con el gas de una manera en contracorriente antes de que el líquido colisione con las paredes internas del recipiente 111 superior y la tubería 113 de conexión. En las condiciones 2 y 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido, se permite que el líquido que ha colisionado con las paredes internas del recipiente 111 superior y la tubería 113 de conexión y cae dentro del recipiente 112 inferior entre en contacto con el gas de una manera en contracorriente.

Cuando se usa la primera tubería 122 de introducción de gas para introducir el gas en el dispositivo y se usa la segunda tubería 124 de descarga de gas para descargar el gas del dispositivo, el gas introducido en el dispositivo fluye desde el recipiente 111 superior a través de la tubería 113 de conexión hasta el recipiente 112 inferior, es decir, el gas y el líquido fluyen en el mismo sentido, y por tanto, el gas y el líquido entran en contacto entre sí de una manera en cocorriente (a continuación en el presente documento denominado "condiciones 1 de contacto en cocorriente de gas-líquido"). De manera similar, cuando se usa la tercera tubería 127 de introducción de gas para introducir el gas en el dispositivo y se usa la segunda tubería 124 de descarga de gas para descargar el gas del dispositivo, el gas introducido en el dispositivo fluye desde la tubería 113 de conexión hasta el recipiente 112 inferior, es decir, el gas y el líquido fluyen en el mismo sentido, y por tanto, el gas y el líquido entran en contacto entre sí de una manera en cocorriente (a continuación en el presente documento denominado "condiciones 2 de contacto en cocorriente de gas-líquido").

La relación entre la posición de introducción del gas y la posición de descarga del gas no está particularmente limitada. Con el fin de reducir la presión parcial del componente volátil en la atmósfera que tiene la presión en el dispositivo (zona de enfriamiento) para acelerar la desespumación, las condiciones de contacto en cocorriente de gas-líquido son más preferibles que las condiciones de contacto en contracorriente de gas-líquido. Con el fin de permitir que el gas entre en contacto con el líquido antes de que el líquido suministrado al dispositivo (zona de enfriamiento) que contienen la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil alcance la pared interna del dispositivo o la superficie del líquido almacenado y retenido en el dispositivo, mediante lo cual el área de superficie de contacto gas-líquido aumenta para lograr una desespumación eficaz, las condiciones 1 y 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido son las más preferibles.

Obsérvese que un dispositivo de enfriamiento que puede usarse en el método de enfriamiento de líquido de la primera realización no está limitado al mostrado en la figura 1. Puede usarse cualquier dispositivo que incluya al menos un recipiente, y una unidad de suministro de líquido, una unidad de introducción de gas y una unidad de descarga de gas cada una de las cuales está conectada al recipiente.

(Método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada)

En un método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada según la primera realización, se enfría una disolución acuosa de tensioactivo aniónico que se obtiene mediante neutralización de un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico con un álcali, en el método de enfriamiento de líquido de la primera realización, en donde el componente volátil es agua y el tensioactivo es el tensioactivo aniónico.

Como método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la primera realización, se describirá un método de hacer circular una disolución acuosa de tensioactivo aniónico para fabricar un tensioactivo aniónico de un modo continuo a continuación en el presente documento. Obsérvese que el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la primera realización no está limitado a esto. El método puede llevarse a cabo de un modo discontinuo o semicontinuo.

La figura 2 muestra un dispositivo 200 de neutralización de ejemplo que puede usarse en la fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico de la primera realización.

El dispositivo 200 de neutralización incluye una trayectoria 210 de circulación y una bomba 220 de circulación que se proporciona y se inserta en la trayectoria 210 de circulación. La trayectoria 210 de circulación se llena con una disolución acuosa de tensioactivo aniónico, y la bomba 220 de circulación envía y hace circular la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación.

Se proporciona una mezcladora 230 de material y se inserta en la trayectoria 210 de circulación aguas abajo de la bomba 220 de circulación. Una tubería 231 de suministro de ácido que se usa para suministrar el precursor de ácido del tensioactivo aniónico (material de partida) y una tubería 232 de suministro de álcali que se usa para suministrar el álcali están conectadas a la mezcladora 230 de material. La mezcladora 230 de material no está particularmente limitada si es del tipo continuo, y puede ser de tipo motriz o tipo estático. De estos tipos, el tipo motriz es más preferible con el fin de reducir la pérdida de presión y mezclar suficientemente. La mezcladora 230 de material se usa para mezclar el precursor de ácido del tensioactivo aniónico de la tubería 231 de suministro de ácido y el álcali de la tubería 232 de suministro de álcali entre sí con la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación para el fin de neutralización, y después de eso, suministrar de manera continua la mezcla resultante de nuevo a la trayectoria 210 de circulación. Por tanto, la mezcladora 230 de material, la tubería 231 de suministro de ácido y la tubería 232 de suministro de álcali constituyen una unidad de suministro de material.

Se proporciona un enfriador 240 de eliminación de calor y se inserta en la trayectoria 210 de circulación aguas abajo de la mezcladora 230 de material y aguas arriba de la bomba 220 de circulación. La elevación desde el enfriador 240 de eliminación de calor hasta la bomba 220 de circulación está diseñada de modo que el NPSHav sea mayor o igual que el NPSHr de la bomba 220 de circulación. El enfriador 240 de eliminación de calor incluye un tanque 241 de enfriamiento al que está conectada la trayectoria 210 de circulación en una parte superior y una parte inferior del mismo. Se proporciona una boquilla de pulverización 242 en una parte superior del tanque 241 de enfriamiento. La boquilla de pulverización 242 está unida a una punta de una tubería que se extiende desde la trayectoria 210 de circulación conectada a una parte superior de tanque del tanque 241 de enfriamiento. Una tubería 243 de descarga de gas que se extiende desde una bomba de vacío (no mostrado) está conectada a una parte superior de tanque (placa superior) del tanque 241 de enfriamiento, y una tubería 244 de introducción de gas que se extiende desde una fuente de aire de eliminación de calor (no mostrado) está conectada a una parte inferior de tanque del tanque 241 de enfriamiento. El enfriador 240 de eliminación de calor pulveriza la disolución acuosa de tensioactivo aniónico desde la boquilla 242 de pulverización al interior del tanque 241 de enfriamiento que se ha evacuado a través de la tubería 243 de descarga de gas para proporcionar una zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado de agua, mediante lo cual al menos una parte del agua contenida en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se vaporiza para enfriar la disolución acuosa de tensioactivo aniónico. Por tanto, el enfriador 240 de eliminación de calor sirve como unidad de enfriamiento. Además, se introduce aire deshumidificado a través de la tubería 244 de introducción de gas para desespumar la disolución acuosa de tensioactivo aniónico.

Una tubería 250 de recogida de producto está conectada a la trayectoria 210 de circulación aguas abajo del enfriador 240 de eliminación de calor y la bomba 220 de circulación y aguas arriba de la mezcladora 230 de material. La tubería 250 de recogida de producto se usa para recoger de manera continua una parte de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación como un producto. Por tanto, la tubería 250 de recogida de producto sirve como unidad de recogida.

En el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la primera realización que usa el dispositivo 200 de neutralización, la bomba 220 de circulación envía y hace circular la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación.

En este caso, la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación es, por ejemplo, de 0,01 a 100 ton/h. La temperatura de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación no está particularmente limitada, y es preferiblemente de 0°C o más, más preferiblemente de 20°C o más, con el fin de reducir la viscosidad y de ese modo aumentar la fluidez. Por otro lado,

con el fin de reducir la descomposición, la temperatura de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación es preferiblemente de 150°C o menos, más preferiblemente de 100°C o menos.

5 El precursor de ácido del tensioactivo aniónico y el álcali se suministran de manera continua desde la tubería 231 de suministro de ácido y la tubería 232 de suministro de álcali, respectivamente, a la mezcladora 230 de material. En la mezcladora 230 de material, estos materiales se mezclan con la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación, y la mezcla resultante se suministra de manera continua de nuevo a la trayectoria 210 de circulación.

10 En este caso, ejemplos del precursor de ácido del tensioactivo aniónico incluyen: ésteres del ácido sulfúrico tales como ácido alquilsulfúrico y ácido sulfúrico de alquil éter de polioxietileno; ácidos sulfónicos tales como ácido alquilbencenosulfónico; ácidos carboxílicos; ésteres del ácido fosfórico; etc. El precursor de ácido puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. Cuando el precursor de ácido es una mezcla de dos o más especies diferentes, las dos o más especies diferentes pueden mezclarse previamente entre sí antes de suministrarse a la mezcladora 230 de material, o alternativamente, pueden suministrarse a la mezcladora 230 de material antes de mezclarse entre sí.

20 Ejemplos del álcali incluyen: carbonatos de metal alcalino y carbonatos de metal alcalinotérreo tales como carbonato de sodio, carbonato de potasio y carbonato de magnesio; hidrogenocarbonatos de metal alcalino tales como hidrogenocarbonato de sodio e hidrogenocarbonato de potasio; hidróxidos de metal alcalino e hidróxidos de metal alcalinotérreo tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, hidróxido de magnesio e hidróxido de calcio; amoníaco; mono-, di- y tri-alcanolaminas; aminas primarias, secundarias y terciarias; y similares. El álcali puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. Cuando el álcali es una mezcla de dos o más especies diferentes, las dos o más especies diferentes pueden mezclarse previamente entre sí antes de suministrarse a la mezcladora 230 de material, o alternativamente, pueden suministrarse a la mezcladora 230 de material antes de mezclarse entre sí. El álcali puede suministrarse como una disolución acuosa. En este caso, la concentración no está particularmente limitada si el tensioactivo aniónico presenta fluidez, y es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa.

30 La razón de mezclado del precursor de ácido y el álcali es preferiblemente un equivalente molar o más del álcali con respecto al precursor de ácido con el fin de completar la neutralización del ácido.

35 Puede suministrarse un componente distinto del precursor de ácido y el álcali a la mezcladora 230 de material, y luego suministrarse a la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación. Ejemplos de este componente incluyen agua para el ajuste de la concentración, agentes de tamponamiento del pH, agentes de ajuste de la viscosidad, etc. Ejemplos del agente de tamponamiento del pH incluyen carbonato de sodio, ácido fosfórico, ácido cítrico, etc. Ejemplos del agente de ajuste de la viscosidad incluyen: disolventes orgánicos tales como etanol, PEG y PPG; sales inorgánicas tales como carbonato de sodio y sulfato de sodio; y similares.

40 En el enfriador 240 de eliminación de calor, se evacúa el tanque 241 de enfriamiento a través de la tubería 243 de descarga de gas de modo que el tanque 241 de enfriamiento contiene la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado de agua. Cuando la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se pulveriza desde la boquilla 242 de pulverización dentro del tanque 241 de enfriamiento, al menos una parte del agua contenida en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se vaporiza, mediante lo cual la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se enfría. Además, se introduce aire deshumidificado desde la tubería 244 de introducción de gas para que entre en contacto con la disolución acuosa de tensioactivo aniónico pulverizada, mediante lo cual la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se desespuma.

50 En este caso, el enfriamiento se realiza en las condiciones para el método de enfriamiento de líquido de la primera realización, y se introduce un gas distinto del componente volátil en la atmósfera que tiene la presión para que entre en contacto con el líquido. La temperatura y la densidad a presión atmosférica del líquido que está suministrándose al tanque 241 de enfriamiento son, por ejemplo, de 0 a 220°C y de 0,1 a 2,0 kg/l, respectivamente. La temperatura y la densidad a vacío del líquido tras enfriar son, por ejemplo, de -20 a 200°C y de 0,3 a 2,0 kg/l, respectivamente.

55 Una parte de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación se extrae de manera continua y se recoge como producto en la tubería 250 de recogida de producto.

60 En este caso, la razón de circulación es preferiblemente, pero sin limitarse particularmente a, 30 veces o menos, más preferiblemente 25 veces o menos, con el fin de reducir la carga de la bomba 220 de circulación, y reducir la cantidad de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico almacenada y retenida en el dispositivo para reducir la pérdida durante la carga de productos. Por otro lado, con el fin de reducir un aumento en la temperatura debido al calor de neutralización tras la neutralización y de ese modo reducir la descomposición, la razón de circulación es preferiblemente de una vez o más, más preferiblemente dos veces o más. Obsérvese que la razón de circulación se define como un valor que se obtiene dividiendo la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación entre la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico recogida a través de la tubería 250 de recogida de producto, en la parte de conexión de la tubería 250 de

recogida de producto. La concentración del tensioactivo aniónico en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico recogida es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa, y la densidad a presión atmosférica de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico es, por ejemplo, de 0,3 a 2,0 kg/l.

- 5 Según el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada anterior de la primera realización, la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se enfría mediante eliminación de calor a vacío. Por tanto, en comparación con cuando se usa un intercambiador de calor para enfriar, el coste del dispositivo puede reducirse, y la cantidad de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico almacenada y retenida en el dispositivo puede reducirse, mediante lo cual la pérdida durante los cambios de productos puede reducirse. Además, se realiza la desespumación al tiempo que la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se enfría, y por tanto, no se requiere una etapa de desespumación adicional.

(Evaluación de prueba 1)

- 15 <Enfriamiento de líquido>

Se realizaron los ejemplos 1-1 a 1-12 y los ejemplos comparativos 1-1 a 1-3 descritos a continuación. Los detalles de los ejemplos se muestran en las tablas 1 y 2.

- 20 - Ejemplo 1-1 -

En un dispositivo de enfriamiento que tiene la configuración de la figura 1 (el volumen del recipiente superior es de 120 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l, y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización A disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/8HHSJ-SS6030" a una punta de la tubería de suministro de líquido. Después de eso, se suministró una disolución acuosa de alquilsulfato de sodio disponible de Kao Corporation con el nombre comercial "Emal 2FDH" (forma: pasta, concentración: 65% en masa y densidad: 1,08 kg/l) (a continuación en el presente documento denominada "AS") que tenía una temperatura de 77,8°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 32,6°C desde la tercera tubería de introducción de gas en el interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,3% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 11,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,88 kg/l y 62,2°C, respectivamente. Tras romper el vacío, la densidad a presión atmosférica era de 1,08 kg/l.

- 40 Obsérvese que la densidad a vacío del líquido se determinó tal como sigue. Se midió la masa del líquido descargado a través de la tubería de descarga de líquido mediante la bomba de evacuación, y se calculó el volumen del líquido basándose en el nivel o la altura del líquido que se pega a o que queda en la superficie de la pared del recipiente inferior tras romper el vacío (este nivel o altura se denomina continuación en el presente documento "nivel de superficie de líquido"). Se divide la masa entre el volumen para calcular la densidad (lo mismo se aplica a los ejemplos descritos a continuación).

- Ejemplo 1-2 -

En un dispositivo de enfriamiento que tiene la configuración de la figura 1 (el volumen del recipiente superior es de 120 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización B disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/4HHSJ-SS60210" a una punta de la tubería de suministro de líquido. Después de eso, se suministró un fluido con burbujas arrastradas que tenía una densidad de 0,71 kg/l compuesto por una disolución acuosa de alquil éter sulfato de polioxietileno de sodio disponible de Kao Corporation con el nombre comercial "Emal 270J" (forma: pasta, y concentración: 70% en masa) (a continuación en el presente documento denominada "AES con burbujas arrastradas") que tenía una temperatura de 77,2°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 21,6°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 1,0% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AES con burbujas arrastradas, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 5,4 min.

- 65 Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AES almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 1,05 kg/l y 60,8°C, respectivamente.

## - Ejemplo comparativo 1-1 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 1 (el volumen del recipiente superior es de 120 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización C disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/8HHSJ-SS12030" a una punta de la tubería de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 72,0°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización C hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1 ton/h. No se realizó la introducción de gas. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 23,3 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,25 kg/l y 60,4°C, respectivamente.

## - Ejemplo comparativo 1-2 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo comparativo 1-1. Después de eso, se suministró un fluido con burbujas arrastradas compuesto por AS (a continuación en el presente documento denominado "AS con burbujas arrastradas") que tenía una temperatura de 74,0°C y una densidad de 0,61 kg/l desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización C hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1 ton/h. No se realizó la introducción de gas. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 5,0 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,06 kg/l y 60,9°C, respectivamente.

## - Ejemplo 1-3 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-1. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 75,3°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 20,3°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,4% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 9,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,82 kg/l y 58,9°C, respectivamente. Tras romper el vacío, la densidad a presión atmosférica era de 1,08 kg/l.

## - Ejemplo 1-4 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-1. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 75,9°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 16,1°C a través de la segunda tubería de introducción de gas al interior del recipiente inferior a una velocidad de flujo del 0,4% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la segunda tubería de descarga de gas del recipiente inferior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 2 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 10,9 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,53 kg/l y 62,3°C, respectivamente.

## - Ejemplo 1-5 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-1. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 74,8°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 16,0°C a través de la primera tubería de introducción de gas al interior del recipiente superior a una velocidad de flujo del 0,2% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la segunda tubería de descarga de gas del recipiente inferior. En este caso, la atmósfera

que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 1 de contacto en cocorriente de gas-líquido 1. El tiempo de ejecución fue de 8,8 min.

- 5 Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,44 kg/l y 61,6°C, respectivamente.

- Ejemplo 1-6 -

- 10 En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 1 (el volumen del recipiente superior es de 120 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de una única tubería a una punta de la tubería de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 75,8°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de una única tubería hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 23,1°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,4% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 5,5 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,60 kg/l y 64,9°C, respectivamente.

- 25 - Ejemplo 1-7 -

- Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró AS con burbujas arrastradas que tenía una temperatura de 75,4°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 25,2°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,3% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS con burbujas arrastradas, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 7,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,64 kg/l y 61,1°C, respectivamente. Tras romper el vacío, la densidad a presión atmosférica fue de 1,06 kg/l.

- 40 - Ejemplo 1-8 -

Se mezclaron un alquil éter de polioxietileno disponible de Kao Corporation con el nombre comercial "Emulgen 106" y AS a una razón en masa de 54:46 para obtener una disolución de mezcla de tensioactivo (a continuación en el presente documento denominada "AS/AE"). La concentración de tensioactivo de la mezcla disolución fue del 84%.

- 45 Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-1. Después de eso, se suministró la AS/AE que tenía una temperatura de 80,6°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 21,8°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,4% en masa con respecto a la velocidad de flujo de la AS/AE, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 6,2 min.

- 55 En el ejemplo 1-8, cuando la AS/AE cayó al recipiente inferior, se esparció una gran cantidad del material sobre la superficie de la pared, y por tanto, era difícil determinar el nivel de superficie de líquido. Por tanto, no pudo calcularse la densidad a vacío. Sin embargo, la velocidad de flujo del líquido descargado por la bomba de evacuación de desplazamiento positivo era mayor que la del ejemplo 1-3. Por tanto, se estima que la densidad a vacío era superior a la del ejemplo 1-3. La temperatura de la AS/AE fue de 60,4°C.

-Ejemplo 1-9 -

- 65 Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 74,4°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5 ton/h. Además, se introdujo aire

deshumidificado que tenía una temperatura de 22,4°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,5% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 5,2 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,74 kg/l y 61,9°C, respectivamente.

- Ejemplo 1-10 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 78,0°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 80,8°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,5% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 4,9 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,78 kg/l y 61,1°C, respectivamente.

- Ejemplo 1-11 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 79,5°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5 ton/h. Además, se introdujo la atmósfera que tenía una temperatura de 31,8°C y una humedad relativa del 43,7% desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,5% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 4,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,59 kg/l y 62,4°C, respectivamente.

- Ejemplo 1-12 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró una disolución acuosa de alquilsulfato de sodio disponible de Kao Corporation con el nombre comercial "Emal 2F-HP" (forma: líquido de baja viscosidad, concentración: 30% en masa y densidad: 1,03 kg/l) (a continuación en el presente documento denominado "AS de baja viscosidad") que tenía una temperatura de 56,2°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5 ton/h. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 14,1°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,4% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS de baja viscosidad, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 10,2 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido. El tiempo de ejecución fue de 3,3 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,75 kg/l y 40,0°C, respectivamente.

- Ejemplo comparativo 1-3 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 1-2. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 72,7°C desde la tubería de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5 ton/h. Además, se introdujo vapor que tenía una temperatura de 150°C desde la tercera tubería de introducción de gas al interior de la tubería de conexión a una velocidad de flujo del 0,2% en masa con respecto a la velocidad de flujo del AS, y se descargó a través de la primera tubería de descarga de gas del recipiente superior. En este caso, la atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. Se realizó el contacto de gas-líquido

## ES 2 747 700 T3

en las condiciones 3 de contacto en contracorriente de gas-líquido.

En el ejemplo comparativo 1-3, no se realizó la desespumación, y se llenó el dispositivo de enfriamiento con AS con burbujas arrastradas. Un minuto tras el inicio de la ejecución, el AS con burbujas arrastradas se derramó de la segunda tubería de descarga de gas, de modo que el dispositivo no podía funcionar. La temperatura del AS en el dispositivo fue de 71,4°C.

5

Tabla 1

	Ejemplos											
	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12
(Pulverización) Boquilla	A	B	A	A	A	SPN	B	A	B	B	B	B
Presión en el dispositivo, kPa	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	10,2
Líquido	AS	BE-AES	AS	AS	AS	AS	BE-AS	AS/AE	AS	AS	AS	LC-AS
Temperatura del líquido, °C	77,8	77,2	75,3	75,9	74,8	75,8	75,4	80,6	74,4	78,0	79,5	56,2
Velocidad de flujo del líquido, ton/h	1	1	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5
Gas	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	TA	DA
Temperatura del gas, °C	32,6	21,6	20,3	16,1	16,0	23,1	25,2	21,8	22,4	80,8	31,8	14,1
Velocidad de flujo de gas con respecto a velocidad de flujo de líquido, % en masa	0,3	1,0	0,4	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4
Condiciones de contacto de gas-líquido	CC3	CC3	CC3	CC2	SC1	CC3	CC3	CC3	CC3	CC3	CC3	CC3
Tiempo de ejecución, min	11,4	5,4	9,4	10,9	8,8	5,5	7,4	6,2	5,2	4,9	4,4	3,3
Densidad a vacío tras enfriar, kg/l	0,88	1,05	0,82	0,53	0,44	0,60	0,64	Alta	0,74	0,78	0,59	0,75
Temperatura tras enfriar, °C	62,2	60,8	58,9	62,3	61,6	64,9	61,1	60,4	61,9	61,1	62,4	40,0
Densidad a presión atmosférica tras enfriar, kg/l	1,08	-	1,08	-	-	-	1,06	-	-	-	-	-

10

Obsérvese que: SPN boquilla de una única tubería

BE-AES: AES con burbujas arrastradas

15

BE-AS: AS con burbujas arrastradas

LC-AS: AS de baja concentración

20

DA: Aire deshumidificado

TA: La atmósfera

CC: Condiciones en contracorriente

25

SC: Condiciones en cocorriente

Tabla 2

	Ejemplos comparativos		
	1-1	1-2	1-3

(Pulverización) Boquilla	C	C	B
Presión en el dispositivo, kPa	20,0	20,0	20,0
Líquido	AS	AS con burbujas arrastradas	AS
Temperatura del líquido, °C	72,0	74,0	72,7
Velocidad de flujo del líquido, ton/h	1	1	5
Gas	No añadido	No añadido	Vapor
Temperatura del gas, °C	-	-	150
Velocidad de flujo de gas con respecto a velocidad de flujo de líquido, % en masa	-	-	0,2
Condiciones de contacto de gas-líquido	-	-	Condiciones 3 en contracorriente
Tiempo de ejecución, min	23,3	5,0	No puede funcionar tras 1 min
Densidad a vacío tras enfriar, kg/l	0,25	0,06	Baja
Temperatura tras enfriar, °C	60,4	60,9	71,4
Densidad a presión atmosférica tras enfriar, kg/l	-	-	-

<Fabricación de disolución acuosa de tensioactivo aniónico>

5 Se fabricó un alquilsulfato de sodio (tensioactivo aniónico) mediante un dispositivo de neutralización que tenía la configuración de la figura 2. Se unió una boquilla de pulverización disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B1/2HHSJ-316L60120" al interior del tanque de enfriamiento.

10 Se suministraron ácido alquilsulfúrico (un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico), disolución acuosa de hidróxido de sodio al 27,0% en masa (álcali) y disolución acuosa de carbonato de sodio al 20,0% en masa (agente de tamponamiento) a la unidad de suministro de material, en donde las cantidades de estos componentes eran de 0,63 partes en masa, 0,34 partes en masa y 0,10 partes en masa, respectivamente, con respecto a 1 parte en masa de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio que iba a recogerse a través de la tubería de recogida de producto. La atmósfera que tenía la presión en el tanque de enfriamiento se mantuvo a 20,0 kPa mediante evacuación a través de la tubería de descarga de gas. Además, se introdujo aire deshumidificado que tenía una temperatura de 20,0°C en el tanque de enfriamiento a través de la tubería de introducción de gas a una velocidad de flujo del 0,6% en masa con respecto a la velocidad de flujo de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio. Obsérvese que la distancia entre la salida de pulverización de la boquilla de pulverización y la abertura de la tubería de introducción de gas en el tanque de enfriamiento era de 1690 mm, y la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio y el aire deshumidificado se ponían en contacto entre sí de una manera en contracorriente. La razón de circulación fue de 2,8 veces.

20 En esta fabricación de alquilsulfato de sodio, la temperatura y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio fueron de 76,5°C y 1,04 kg/l (a presión atmosférica), respectivamente, aguas arriba del tanque de enfriamiento. La temperatura y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio fueron de 61,8°C y 0,77 kg/l (a vacío), respectivamente, aguas abajo del tanque de enfriamiento. La concentración de alquilsulfato de sodio y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio recogida a través de la tubería de recogida de producto fueron del 65,0% en masa y 1,04 kg/l (a presión atmosférica), respectivamente.

[Invención]

30 (Método de enfriamiento de líquido)

35 En un método de enfriamiento de líquido según la invención, se suministra un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo a una zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil de modo que al menos una parte del componente volátil se vaporiza, mediante lo cual el líquido se enfría. El tiempo de vuelo que se define como un valor que se obtiene dividiendo la distancia de vuelo del líquido entre la velocidad inicial del líquido (representado por la expresión (I) a continuación) se supone que es de 0,030 s o más.

40 La velocidad inicial del líquido = la velocidad de flujo del volumen del líquido durante el suministro/el área de suministro del líquido (I)

45 En general, cuando se suministra un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo a una zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil de modo que al menos una parte del componente volátil se vaporiza, mediante lo cual el líquido se enfría, entonces si el líquido tiene propiedades espumantes o viscosas, se retienen o arrastran burbujas en el líquido formando espuma como espuma de afeitador o merengue, y por tanto, el líquido tras enfriarse tiene una

densidad inferior. En la zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil, la temperatura del gas en las burbujas retenidas o arrastradas en el líquido es el punto de ebullición. Por tanto, si se aplica una presión incluso pequeña, por ejemplo, mediante una bomba de evacuación, las burbujas se condensan, mediante lo cual el líquido puede aproximarse a la densidad verdadera. Sin embargo, si la densidad del líquido (la densidad del líquido que contiene gas) es baja, la zona de enfriamiento necesita tener un gran volumen y también necesita tener una altura suficiente para impedir la cavitación. Además, si la densidad del líquido es baja, la fluidez del líquido es baja, y por tanto, por ejemplo, se requiere una bomba de evacuación de mayor tamaño, conduciendo a un aumento del coste.

En esta situación, en el método de soplado, sobre la superficie de un líquido, de un gas que tiene una temperatura inferior a la temperatura de disolución (véase el documento de patente 1), se tarda un tiempo para que las burbujas se muevan hacia arriba hasta alcanzar la superficie del líquido, y por tanto, se requiere un medio para almacenar y retener el líquido, y este método no puede aplicarse a los líquidos viscosos en los que las burbujas se mueven hacia arriba a una velocidad considerablemente baja. En el método de, cuando se sopla un líquido en un evaporador, evaporar el líquido en una tubería para producir un estado de dos fases de gas-líquido (véase el documento de patente 2), es necesario calentar el líquido antes de suministrarlo al evaporador, y por tanto, este método no puede aplicarse a líquidos que tienen una baja estabilidad térmica. Además, es necesario que el estado del flujo sea un flujo intermitente o un flujo anular, y por tanto, el intervalo de funcionamiento de la presión y la temperatura se ven limitados de manera desventajosa. En el método de suministro de un líquido a un dispositivo de desgasificación en donde la presión se ha reducido y el líquido se enfría a medida que el líquido fluye a lo largo de la superficie de la pared interna del dispositivo de desgasificación (véanse los documentos de patente 3 y 4), el coeficiente de transferencia de calor del líquido en el que las burbujas se retienen o se arrastran se reduce, y por tanto, es considerablemente ineficaz para enfriar el líquido usando la superficie de la pared interna como superficie de transferencia de calor.

Sin embargo, según el método de enfriamiento de líquido de la invención, cuando el líquido se enfría tal como se describió anteriormente, el tiempo de vuelo del líquido se fija para que sea de 0,030 s o más, mediante lo cual las burbujas retenidas o arrastradas en el líquido pueden eliminarse sin las desventajas anteriores e independientemente del uso o no uso de un antiespumante. Por tanto, es posible reducir o prevenir la contaminación del líquido tras enfriar con impurezas. El tiempo de vuelo del líquido se determina basándose en el tamaño de la zona de enfriamiento. Un tiempo de vuelo más prolongado es más preferible. Específicamente, el tiempo de vuelo del líquido es de 0,030 s o más, preferiblemente 0,035 s o más, y más preferiblemente 0,40 s o más.

Según el método de enfriamiento de líquido de la invención, idealmente, todo el líquido que se suministra a la zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil debe tener un tiempo de vuelo de 0,030 s o más. Sin embargo, incluso si una parte del líquido suministrado tiene un tiempo de vuelo de menos de 0,030 s, entonces cuando un 30% en volumen o más de todo el líquido suministrado tiene un tiempo de vuelo de 0,030 s o más, el efecto de eliminar las burbujas retenidas o arrastradas en el líquido puede reconocerse suficientemente. Es necesario tener un cuidado suficiente en el diseño de la zona de enfriamiento. Específicamente, con el fin de usar eficazmente la zona de enfriamiento, mejorar la productividad, etc., puede proporcionarse una pluralidad de boquillas de suministro, o el líquido puede suministrarse desde una superficie lateral cuando se usa un recipiente, etc. como zona de enfriamiento, por ejemplo. En este caso, las gotitas de líquido suministradas desde boquillas vecinas pueden colisionar entre sí o el líquido puede colisionar con la parte de placa superior, de modo que una parte del líquido suministrado puede tener un tiempo de vuelo de menos de 0,030 s. Por tanto, cuando se realiza el enfriamiento, el 30% en volumen o más de todo el líquido suministrado tiene preferiblemente un tiempo de vuelo de 0,030 s o más con el fin de eliminar burbujas retenidas o arrastradas en el líquido, más preferiblemente el 50% en volumen o más, incluso más preferiblemente el 70% en volumen o más, incluso aún más preferiblemente el 80% en volumen o más, y todavía incluso más preferiblemente el 100% en volumen.

El método de enfriamiento de líquido de la invención puede llevarse a cabo de un modo continuo, discontinuo o semicontinuo.

En el modo continuo, por ejemplo, puede proporcionarse una bomba de evacuación en una parte inferior de un dispositivo de enfriamiento al que se suministra un líquido, y el líquido tras enfriarse puede descargarse de manera continua desde el dispositivo de enfriamiento, mediante lo cual el líquido puede enfriarse. En este caso, el líquido resultante puede tener una densidad superior, y por tanto, el cabezal de succión positiva neta disponible (NPSHav) se hace más grande para la bomba de evacuación, mediante lo cual la cavitación puede reducirse o prevenirse. Además, la superficie del líquido almacenado y retenido en el dispositivo puede mantenerse a una altura inferior, mediante lo cual la altura del dispositivo puede reducirse, y por tanto, el coste puede reducirse. Por tanto, el método de enfriamiento de líquido de la invención es particularmente preferible para el modo continuo.

En el modo discontinuo, puede obtenerse un líquido que tiene una densidad superior, y por tanto, la cantidad del líquido procesada por operación unitaria puede aumentarse. Además, el volumen del dispositivo puede reducirse, dando como resultado un beneficio económico. Además, en comparación con un método de enfriamiento usando un intercambiador de calor que es generalmente el más frecuentemente empleado, puede reducirse la pérdida de

presión. Esta reducción de la pérdida de presión se hace más significativa a medida que la viscosidad del líquido aumenta. Además, ya no es necesario aumentar el tamaño de la trayectoria de flujo con el fin de reducir la pérdida de presión, por ejemplo, y por tanto, el volumen del dispositivo puede reducirse, dando como resultado ahorros de espacio.

5 Obsérvese que el método de enfriamiento de líquido de la invención es eficaz no sólo en el enfriamiento, sino también en la condensación y eliminación de impurezas porque el componente volátil se vaporiza.

<Líquido>

10 Ejemplos del líquido incluyen, pero no se limitan particularmente a, líquidos viscosos y líquidos espumantes. El líquido también incluye fluidos (suspensiones) que contienen partículas sólidas y fluidos (pastas) que tienen una alta viscosidad y pueden contener o no partículas sólidas. El líquido también incluye fluidos (fluidos con burbujas arrastradas) que contienen o arrastran burbujas tales como aire en el líquido.

15 El líquido incluye al menos un componente volátil y un tensioactivo que confiere propiedades viscosas o espumantes al líquido.

20 Ejemplos del componente volátil incluyen agua, disolventes orgánicos, etc. Ejemplos del disolvente orgánico incluyen: alcoholes tales como metanol, etanol y alcohol isopropílico; cetonas tales como acetona y metil etil cetona; ésteres tales como acetato de metilo y acetato de etilo; hidrocarburos alifáticos tales como hexano normal; hidrocarburos alicíclicos tales como ciclohexano; hidrocarburos aromáticos tales como tolueno y xileno; hidrocarburos alifáticos clorados tales como diclorometano y cloroformo; y similares. El componente volátil puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes.

25 El tensioactivo puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. El contenido del tensioactivo es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa. El efecto desespumante es particularmente significativo para fluidos de alta viscosidad y fluidos de alta viscosidad (fluidos con burbujas arrastradas) que contienen o que arrastran burbujas tales como aire en el líquido. En este sentido, el contenido del tensioactivo es preferiblemente del 10 al 99% en masa, más preferiblemente del 30 al 95% en masa, incluso más preferiblemente del 50 al 90% en masa, y todavía incluso más preferiblemente del 55 al 85% en masa.

30 Ejemplos del tensioactivo incluyen tensioactivos aniónicos, tensioactivos no iónicos, tensioactivos catiónicos, tensioactivos anfóteros, polímeros anfífilos, etc.

35 Ejemplos del tensioactivo aniónico incluyen: tipo de éster del ácido sulfúrico tal como sulfato de alquilo y alquil éter sulfato de polioxietileno; tipo de ácido sulfónico tal como bencenosulfonato de alquilo; tipo de ácido carboxílico; tipo de éster del ácido fosfórico; y similares. Cuando estos tensioactivos aniónicos se mezclan con agua, la viscosidad de la mezcla aumenta y por tanto la fluidez disminuye y finalmente desaparece con la concentración creciente del tensioactivo hasta una determinada concentración de tensioactivo. Si la concentración de tensioactivo aumenta adicionalmente a partir de la concentración, la mezcla forma una pasta y reaparece la fluidez. Esto se conoce comúnmente.

40 Ejemplos del tensioactivo no iónico incluyen: tipo de éter tal como alquil éter de polioxietileno; tipo de éster tal como éster de ácido graso de glicerina, éster de ácido graso de sorbitano y éster de ácido graso de sacarosa; tipo de éster-éter tal como éster de ácido graso de polioxietileno-sorbitano; tipo de alcanolamida tal como alquilalcanolamida; y similares.

45 Ejemplos del tensioactivo catiónico incluyen tipo de sal de amonio cuaternario, sal de alquilamina, etc.

50 Ejemplos del tensioactivo anfótero incluyen: tipo de carboxibetaína tal como alquilbetaína; tipo de óxido de amina tal como óxido de alquilamina; y similares.

55 El polímero anfífilo es un polímero que tiene grupos tanto hidrófobos como hidrófilos. Por ejemplo, el polímero anfífilo puede sintetizarse mediante copolimerización de un tensioactivo reactivo y un monómero hidrófilo o copolimerización de un monómero hidrófilo iónico y un monómero hidrófobo. Obsérvese que el tensioactivo reactivo es un tensioactivo que tiene un doble enlace insaturado polimerizable, o un grupo hidrófilo iónico y un grupo hidrófobo, en la molécula.

60 El líquido puede contener componentes para las respectivas aplicaciones, etc.

La viscosidad del líquido es, por ejemplo, de 0,01 a 1000 Pa·s. La viscosidad del líquido puede medirse mediante un viscosímetro de cilindro coaxial doble.

65 Ejemplos específicos del líquido incluyen disoluciones acuosas de tensioactivo, suspensiones que contienen una composición de detergente, disoluciones acuosas de espesante, líquidos que contienen alimentos (azúcares,

chocolate, leche de soja procesada, etc.), y similares.

El líquido antes de enfriar puede contener o arrastrar burbujas. Cuando el líquido con burbujas arrastradas se suministra a la zona de enfriamiento de una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil, el gas en las burbujas se expande y también se expulsa y elimina por el componente volátil vaporizado. Por tanto, usando el líquido con burbujas arrastradas, puede obtenerse un líquido que tiene una densidad superior que antes de enfriar, y una excelente fluidez.

<Presión y temperatura>

La presión de la zona de enfriamiento a la que se suministra el líquido se fija para que sea inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil a la temperatura de la zona de enfriamiento. En este caso, normalmente, la zona de enfriamiento se forma deseablemente de la atmósfera que tiene una presión igual a la presión de vapor saturado del componente volátil a la temperatura. Si el componente volátil no se enfría hasta una temperatura deseada debido a la elevación del punto de ebullición, la atmósfera que tiene la presión se fija preferiblemente para que tenga una presión que es inferior a la presión de vapor saturado. Obsérvese que la presión de vapor saturado de agua a 25°C es de 3,17 kPa.

La temperatura de la zona de enfriamiento es, por ejemplo, de -20 a 200°C, pero dependiendo de la composición del líquido suministrado a la zona de enfriamiento.

<Operación de suministro de líquido>

La temperatura de la zona de enfriamiento es, por ejemplo, de 0 a 220°C, pero dependiendo de la composición del líquido suministrado a la zona de enfriamiento. No se necesita necesariamente que el líquido se caliente previamente, etc. Por tanto, el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización puede aplicarse satisfactoriamente a materiales que tienen una mala estabilidad térmica.

El medio para suministrar el líquido a la zona de enfriamiento no está particularmente limitado. Se usa preferiblemente un medio de atomización tal como una boquilla de pulverización.

Cuando se usa el medio de atomización para suministrar el líquido a la zona de enfriamiento, la dirección en la que se suministra el líquido es preferiblemente, pero sin limitarse particularmente a, una dirección hacia abajo (desde la parte superior a la inferior). El diámetro de gotita del líquido es preferiblemente de 1 a 10000 µm. Si es difícil pulverizar el líquido en forma de gotitas debido a la alta viscosidad, el líquido puede suministrarse en forma de una película o una barra. En este caso, el grosor de la película líquida es preferiblemente de 1 a 10000 µm.

El líquido puede suministrarse a la zona de enfriamiento desde un único punto o una pluralidad de puntos. En particular, cuando el líquido tiene una alta viscosidad y por tanto provocaría una gran pérdida de presión, el líquido se suministra preferiblemente desde una pluralidad de puntos.

<Dispositivo de enfriamiento>

La figura 3 muestra un dispositivo 100 de enfriamiento de ejemplo que puede usarse en el método de enfriamiento de líquido de la invención. Obsérvese que las partes que tienen los mismos nombres que los de la primera realización se indican mediante los mismos caracteres de referencia que los de la primera realización.

En el dispositivo 100 de enfriamiento, un recipiente 111 superior (tanque de enfriamiento) y un recipiente 112 inferior están dispuestos verticalmente, y una parte inferior del recipiente 111 superior y una parte superior del recipiente 112 inferior se conectan entre sí mediante una tubería 113 de conexión que se extiende verticalmente.

Una tubería 121 de suministro de líquido está conectada a, y penetra en, una parte superior del recipiente 111 superior. La tubería 121 de suministro de líquido puede proporcionarse en otras posiciones del recipiente 111 superior. Con el fin de aumentar el tiempo de vuelo del líquido suministrado para acelerar la desespumación, la tubería 121 de suministro de líquido se proporciona preferiblemente en la parte superior del recipiente 111 superior. Puede haber una pluralidad de tuberías 121 de suministro de líquido (dos en cada una de las partes superior e inferior en la figura 3). Una tubería 123 de descarga de gas está conectada a una parte de placa superior en la parte superior del recipiente 111 superior. El volumen del recipiente 111 superior es, por ejemplo, de 1 a 10000 l.

Una boquilla 131 de pulverización (unidad de suministro de líquido) está unida a una punta de la tubería 121 de suministro de líquido. El método de suministro del líquido al recipiente 111 superior no está particularmente limitado. Con el fin de aumentar el área de superficie de contacto gas-líquido para mejorar la eficacia de enfriamiento, es preferible usar medios de atomización tales como la boquilla 131 de pulverización, tal como se describió anteriormente. Como medio de atomización, la boquilla 131 de pulverización es preferible porque no requiere potencia para la atomización (es decir, ahorra energía) y el mantenimiento es sencillo. La boquilla 131 de pulverización está comercialmente disponible de, por ejemplo, Spraying Systems Co., Japan con los nombres

comerciales "Spiral Jet Spray Nozzle" y "Full Jet Spray Nozzle" y de H. IKEUCHI Co. LTD. con los nombres comerciales "Hollow Cone Nozzle (serie AAP)" y "Full Cone Nozzle (serie AJP)". Ejemplos de otros medios de atomización incluyen: los que realizan atomización mediante energía de presión, tales como válvulas de pulverización; los que realizan atomización mediante energía de gas, tales como boquillas de dos fluidos; los que realizan atomización mediante fuerza centrífuga, tales como poros de pulverización rotatorios y discos rotatorios; los que realizan atomización mediante energía de vibración tales como vibración de boquilla, onda ultrasónica; y similares. La boquilla 131 de pulverización puede ser de tipo de cono completo o tipo de cono hueco. El área de suministro de líquido es, por ejemplo, de 0,1 a 50000 mm<sup>2</sup>.

Una tubería 126 de descarga de líquido está conectada a una parte inferior (parte de fondo) del recipiente 112 inferior por medio de la bomba 141 de evacuación. El volumen del recipiente 112 inferior es, por ejemplo, de 1 a 10000 l.

En este caso, cuando el líquido se enfría de un modo continuo, el NPSHav se fija preferiblemente para que sea más grande que el cabezal de succión positiva neta requerido (NPSHre) de la bomba 141 de evacuación, reduciendo o impidiendo de ese modo la cavitación, y la longitud de la tubería 126 de descarga de líquido entre el recipiente 112 inferior y la bomba 141 de evacuación se fija preferiblemente para que sea suficiente de modo que la velocidad de flujo de descarga puede controlarse para mantener la superficie del líquido enfriado en el tubería 126 de descarga de líquido o en el recipiente 112 inferior. En este caso, como detector para detectar la superficie del líquido, por ejemplo, puede usarse un medidor de nivel de presión diferencial, un medidor de nivel ultrasónico, un medidor de nivel por radar, etc. Cuando el líquido se enfría de un modo discontinuo o semicontinuo, no se necesita necesariamente que la tubería 126 de descarga de líquido esté conectada a la parte inferior (parte de fondo) del recipiente 112 inferior.

La tubería 113 de conexión tiene, por ejemplo, una longitud de 50 a 10000 mm y un diámetro interno de 10 a 1000 mm.

Obsérvese que el dispositivo 100 de enfriamiento puede estar dotado de medios de aislamiento térmico para mantener el calor del líquido en el dispositivo, tal como una camisa de agua caliente y un traceado eléctrico.

En el método de enfriamiento de líquido de la invención usando el dispositivo 100 de enfriamiento, el líquido se suministra desde la tubería 121 de suministro de líquido a través de la boquilla 131 de pulverización al recipiente 111 superior. El líquido suministrado al recipiente 111 superior se enfría hasta una temperatura que proporciona la presión de vapor saturado del componente volátil (es decir, el punto de ebullición bajo presión) en el recipiente 111 superior que se evacúa a través de la tubería 123 de descarga de gas para proporcionar una zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil. Además, en el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización, el tiempo de vuelo del líquido suministrado al recipiente 111 superior que es la zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil se define como el valor que se obtiene dividiendo la distancia de vuelo del líquido entre la velocidad inicial del líquido representado por la expresión (I) a continuación. El tiempo de vuelo del líquido se supone que es de 0,030 s o más.

La velocidad inicial del líquido = la velocidad de flujo del volumen del líquido durante el suministro/el área de suministro del líquido (I)

En este caso, la distancia de vuelo del líquido cuyo tiempo de vuelo es de 0,030 s o más puede incluir una distancia (I) por encima de la cual el líquido vuela durante un periodo de tiempo desde cuando el líquido se suministra desde la boquilla 131 de pulverización hasta que el líquido entra en contacto con la pared interna del recipiente 111 superior, en el recipiente 111 superior que proporciona la zona de enfriamiento de la atmósfera que tiene la presión.

Tal como se muestra en la figura 4(a), por ejemplo, cuando el líquido se pulveriza desde la boquilla 131 de pulverización cuya salida de pulverización está orientada hacia abajo, diagonalmente hacia abajo en forma de un cono hueco, la distancia de vuelo (I) es una distancia lineal L (I) entre la salida de pulverización de la boquilla 131 de pulverización que pulveriza el líquido y la pared interna del recipiente 111 superior con la que entra en contacto el líquido.

La distancia de vuelo del líquido cuyo tiempo de vuelo es de 0,030 s o más puede incluir también una distancia (II) por encima de la cual el líquido vuela durante un periodo de tiempo desde cuando el líquido se suministra desde la boquilla 131 de pulverización hasta que el líquido entra en contacto con el líquido almacenado y conservado tras el enfriamiento en el recipiente 111 superior.

Tal como se muestra en la figura 4(b), por ejemplo, cuando el líquido se pulveriza desde la boquilla 131 de pulverización cuya salida de pulverización está orientada hacia abajo, diagonalmente hacia abajo en forma de un cono hueco, la distancia de vuelo (II) es una distancia lineal L (II) entre la salida de pulverización de la boquilla 131 de pulverización que pulveriza el líquido y la superficie del líquido almacenado y conservado tras el enfriamiento en el recipiente 111 superior.

La distancia de vuelo del líquido cuyo tiempo de vuelo es de 0,030 s o más puede incluir también una distancia (III) por encima de la cual el líquido vuela durante un periodo de tiempo desde cuando el líquido se suministra desde la boquilla 131 de pulverización hasta que una corriente de líquido entra en contacto con otra corriente de líquido que vuela en el recipiente 111 superior.

Tal como se muestra en la figura 4(c), por ejemplo, cuando el líquido se pulveriza desde una pluralidad de boquillas 131 de pulverización cuyas salidas de pulverización están orientadas hacia abajo, diagonalmente hacia abajo en forma de un cono hueco, la distancia de vuelo (III) es una distancia lineal L (III) entre la salida de pulverización de la boquilla 131 de pulverización que pulveriza el líquido y el punto de colisión de las corrientes de líquido en el recipiente 111 superior.

Todo el líquido (es decir, el 100% en volumen) suministrado al recipiente 111 superior puede tener la misma distancia de vuelo o una distribución de distancias de vuelo (es decir, diversas distancias de vuelo). En el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización, al menos el 30% en volumen o más del líquido suministrado al recipiente 111 superior tiene un tiempo de vuelo de 0,030 s o más.

Obsérvese que un dispositivo de enfriamiento que puede usarse en el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización no está limitado al mostrado en la figura 3. Puede usarse cualquier dispositivo que incluya al menos un recipiente (tanque de enfriamiento), y una unidad de suministro de líquido y una unidad de descarga de gas cada una de las cuales está conectada al recipiente.

(Método para fabricar una disolución acuosa enfriada de tensioactivo aniónico)

En un método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada según la segunda realización, se enfría una disolución acuosa de tensioactivo aniónico que se obtiene mediante neutralización de un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico con un álcali, en el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización, en donde el componente volátil es agua y el tensioactivo es el tensioactivo aniónico.

Como método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la segunda realización, se describirá un método de hacer circular la disolución acuosa de tensioactivo aniónico para fabricar el tensioactivo aniónico de un modo continuo a continuación en el presente documento. Obsérvese que el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la invención no está limitado a esto. El método puede llevarse a cabo de un modo discontinuo o semicontinuo.

La figura 5 muestra un dispositivo 200 de neutralización de ejemplo que puede usarse en la fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico de la segunda realización. Obsérvese que las partes que tienen los mismos nombres que los de la primera realización se indican mediante los mismos caracteres de referencia que los de la primera realización.

El dispositivo 200 de neutralización incluye una trayectoria 210 de circulación y una bomba 220 de circulación que se proporciona y se inserta en la trayectoria 210 de circulación. La trayectoria 210 de circulación se llena con una disolución acuosa de tensioactivo aniónico, y la bomba 220 de circulación envía y hace circular la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación.

Se proporciona una mezcladora 230 de material y se inserta en la trayectoria 210 de circulación aguas abajo de la bomba 220 de circulación. Una tubería 231 de suministro de ácido que se usa para suministrar el precursor de ácido del tensioactivo aniónico (material de partida) y una tubería 232 de suministro de álcali que se usa para suministrar el álcali están conectadas a la mezcladora 230 de material. La mezcladora 230 de material no está particularmente limitada si es del tipo continuo, y puede ser de tipo motriz o tipo estático. De estos tipos, el tipo motriz es más preferible con el fin de reducir la pérdida de presión y mezclar suficientemente. La mezcladora 230 de material se usa para mezclar el precursor de ácido del tensioactivo aniónico de la tubería 231 de suministro de ácido y el álcali de la tubería 232 de suministro de álcali entre sí con la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación para el fin de neutralización, y después de eso, suministrar de manera continua la mezcla resultante de nuevo a la trayectoria 210 de circulación. Por tanto, la mezcladora 230 de material, la tubería 231 de suministro de ácido y la tubería 232 de suministro de álcali constituyen una unidad de suministro de material.

Se proporciona un enfriador 240 de eliminación de calor y se inserta en la trayectoria 210 de circulación aguas abajo de la mezcladora 230 de material y aguas arriba de la bomba 220 de circulación. La elevación desde el enfriador 240 de eliminación de calor hasta la bomba 220 de circulación está diseñada de modo que el NPSHav sea mayor o igual que el NPSHre de la bomba 220 de circulación. El enfriador 240 de eliminación de calor incluye un tanque 241 de enfriamiento al que está conectada la trayectoria 210 de circulación en una parte superior y una parte inferior del mismo. Se proporciona una boquilla de pulverización 242 en una parte superior del tanque 241 de enfriamiento. La boquilla de pulverización 242 está unida a una punta de una tubería que se extiende desde la trayectoria 210 de circulación conectada hasta una parte superior de tanque del tanque 241 de enfriamiento. Una tubería 243 de descarga de gas que se extiende desde una bomba de vacío (no mostrado) está conectada a una parte superior de

tanque (placa superior) del tanque 241 de enfriamiento. El enfriador 240 de eliminación de calor pulveriza la disolución acuosa de tensioactivo aniónico desde la boquilla 242 de pulverización al interior del tanque 241 de enfriamiento que se ha evacuado a través de la tubería 243 de descarga de gas para proporcionar la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado de agua, mediante lo cual al menos una parte del agua contenida en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se vaporiza para enfriar la disolución acuosa de tensioactivo aniónico. Por tanto, el enfriador 240 de eliminación de calor sirve como unidad de enfriamiento.

Una tubería 250 de recogida de producto está conectada a la trayectoria 210 de circulación aguas abajo del enfriador 240 de eliminación de calor y la bomba 220 de circulación y aguas arriba de la mezcladora 230 de material. La tubería 250 de recogida de producto se usa para recoger de manera continua una parte de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación como un producto. Por tanto, la tubería 250 de recogida de producto sirve como unidad de recogida.

En el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada de la invención que usa el dispositivo 200 de neutralización, la bomba 220 de circulación envía y hace circular la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación.

En este caso, la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación es, por ejemplo, de 0,01 a 100 ton/h (velocidad de flujo de volumen: de 0,000003 a 0,03 m<sup>3</sup>/s). La temperatura de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación no está particularmente limitada, y es preferiblemente de 0°C o más, más preferiblemente de 20°C o más, con el fin de reducir la viscosidad y de ese modo aumentar la fluidez. Por otro lado, con el fin de reducir la descomposición, la temperatura de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico en la trayectoria 210 de circulación es preferiblemente de 150°C o menos, más preferiblemente de 100°C o menos.

El precursor de ácido del tensioactivo aniónico y el álcali se suministran de manera continua desde la tubería 231 de suministro de ácido y la tubería 232 de suministro de álcali, respectivamente, a la mezcladora 230 de material. En la mezcladora 230 de material, estos materiales se mezclan con la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación, y la mezcla resultante se suministra de manera continua de nuevo a la trayectoria 210 de circulación.

En este caso, ejemplos del precursor de ácido del tensioactivo aniónico incluyen: ésteres del ácido sulfúrico tales como ácido alquilsulfúrico y ácido sulfúrico de alquil éter de polioxitileno; ácidos sulfónicos tales como ácido alquilbencenosulfónico; ácidos carboxílicos; ésteres del ácido fosfórico; etc. El precursor de ácido puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. Cuando el precursor de ácido es una mezcla de dos o más especies diferentes, las dos o más especies diferentes pueden mezclarse previamente entre sí antes de suministrarse a la mezcladora 230 de material, o alternativamente, pueden suministrarse a la mezcladora 230 de material antes de mezclarse entre sí.

Ejemplos del álcali incluyen: carbonatos de metal alcalino y carbonatos de metal alcalinotérreo tales como carbonato de sodio, carbonato de potasio y carbonato de magnesio; hidrogenocarbonatos de metal alcalino tales como hidrogenocarbonato de sodio e hidrogenocarbonato de potasio; hidróxidos de metal alcalino e hidróxidos de metal alcalinotérreo tales como hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de litio, hidróxido de magnesio e hidróxido de calcio; amoníaco; mono-, di- y tri-alcanolaminas; aminas primarias, secundarias y terciarias; y similares. El álcali puede ser una única especie o una mezcla de dos o más especies diferentes. Cuando el álcali es una mezcla de dos o más especies diferentes, las dos o más especies diferentes pueden mezclarse previamente entre sí antes de suministrarse a la mezcladora 230 de material, o alternativamente, pueden suministrarse por separado a la mezcladora 230 de material y luego mezclarse en la mezcladora 230 de material. El álcali puede suministrarse como una disolución acuosa. En este caso, la concentración no está particularmente limitada si el tensioactivo aniónico presenta fluidez, y es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa.

La razón de mezclado del precursor de ácido y el álcali es preferiblemente un equivalente molar o más del álcali con respecto al precursor de ácido con el fin de completar la neutralización del ácido.

Puede suministrarse un componente distinto del precursor de ácido y el álcali a la mezcladora 230 de material, y luego suministrarse a la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación. Ejemplos de este componente incluyen agua para el ajuste de la concentración, agentes de tamponamiento del pH, agentes de ajuste de la viscosidad, etc. Ejemplos del agente de tamponamiento del pH incluyen carbonato de sodio, ácido fosfórico, ácido cítrico, etc. Ejemplos del agente de ajuste de la viscosidad incluyen: disolventes orgánicos tales como etanol, PEG y PPG; sales inorgánicas tales como carbonato de sodio y sulfato de sodio; y similares.

En el enfriador 240 de eliminación de calor, se evacúa el tanque 241 de enfriamiento a través de la tubería 243 de descarga de gas de modo que el tanque 241 de enfriamiento contiene la atmósfera que tiene la presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado de agua. Cuando la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se pulveriza desde la boquilla 242 de pulverización dentro del tanque 241 de enfriamiento, al menos una parte del agua contenida en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se vaporiza, mediante lo cual la disolución acuosa de

tensioactivo aniónico se enfría.

En este caso, el enfriamiento se realiza en las condiciones para el método de enfriamiento de líquido de la segunda realización. Para el 50% en volumen o más del líquido, el tiempo de vuelo es de 0,030 s o más. La temperatura y la densidad a presión atmosférica del líquido antes de suministrarse al tanque 241 de enfriamiento son, por ejemplo, de 0 a 220°C y de 0,1 a 2,0 kg/l, respectivamente. La temperatura y la densidad a vacío del líquido tras el enfriamiento son, por ejemplo, de -20 a 200°C y de 0,3 a 2,0 kg/l, respectivamente.

Una parte de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación se extrae de manera continua y se recoge como producto en la tubería 250 de recogida de producto.

En este caso, la razón de circulación es preferiblemente, pero sin limitarse particularmente a, de 30 veces o menos, más preferiblemente 25 veces o menos, con el fin de reducir la carga de la bomba 220 de circulación, y reducir la cantidad de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico almacenada y retenida en el dispositivo para reducir la pérdida durante la carga de productos. Por otro lado, con el fin de reducir un aumento en la temperatura debido al calor de neutralización tras la neutralización y de ese modo reducir la descomposición, la razón de circulación es preferiblemente de una vez o más, más preferiblemente dos veces o más. Obsérvese que la razón de circulación se define como un valor que se obtiene dividiendo la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria 210 de circulación entre la velocidad de flujo de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico recogida a través de la tubería 250 de recogida de producto, en la parte de conexión de la tubería 250 de recogida de producto. La concentración del tensioactivo aniónico en la disolución acuosa de tensioactivo aniónico recogida es, por ejemplo, del 0,1 al 90% en masa, y la densidad a presión atmosférica de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico es, por ejemplo, de 0,3 a 2,0 kg/l.

Según el método de fabricación de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada anterior de la segunda realización, la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se enfría mediante eliminación de calor a vacío. Por tanto, en comparación con cuando se usa un intercambiador de calor para enfriar, el coste del dispositivo puede reducirse, y la cantidad de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico almacenada y retenida en el dispositivo puede reducirse, mediante lo cual la pérdida durante los cambios de productos puede reducirse. Además, se realiza la desespumación al tiempo que la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se enfría, y por tanto, no se requiere una etapa de desespumación adicional.

(Evaluación de prueba 2)

<Enfriamiento de líquido>

Se realizaron los ejemplos 2-1 a 2-6 y los ejemplos comparativos 2-1 a 2-3 descritos a continuación. Los detalles de los ejemplos se muestran en las tablas 3 y 4.

- Ejemplo 2-1 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 475 mm, el volumen del recipiente superior es de 270 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización C disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/8HHSJ-SS12030" a una punta de cada una de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró una disolución acuosa de alquilsulfato de sodio disponible de Kao Corporation con el nombre comercial "Emal 2FDH" (forma: pasta, concentración: 65% en masa y densidad: 1,08 kg/l) (a continuación en el presente documento denominada "AS") que tenía una temperatura de 75,7°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de las boquillas de pulverización C hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 2,7 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00035 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 5,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,81 kg/l y 59,7°C, respectivamente. Tras romper el vacío, la densidad a presión atmosférica era de 1,08 kg/l.

En este caso, el ángulo de pulverización de la boquilla de pulverización era de 120° y el diámetro interno del recipiente superior era de 475 mm, y por tanto, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS como 0,274 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS como 5,0 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,055 s. Se calculó la velocidad de pulverización del AS dividiendo la velocidad de flujo de volumen del AS entre el área de suministro del AS. Tal como se muestra en la figura 6, la boquilla de pulverización C tiene una parte de punta que se formó en la conformación de una espiral que se extiende hacia abajo mientras se reduce el diámetro. Se pulverizó el líquido a través de la separación entre cada giro de espiral. Debido a que el AS se pulveriza en forma de cono hueco, se define el área de suministro del AS como el área de abertura de la separación de un giro en el extremo de la base. Obsérvese que el

diámetro externo D del área de abertura de la boquilla de pulverización C en el punto de inicio (extremo de la base) era de 5,5 mm, el diámetro externo d en el punto de extremo era de 4,7 mm y la anchura  $\square$  es de 4,4 mm, y se calculó el área como 0,000070 m<sup>2</sup>.

- 5 Obsérvese que la densidad a vacío del líquido se determinó tal como sigue. Se midió la masa del líquido descargado a través de la tubería de descarga de líquido mediante la bomba de evacuación, y se calculó el volumen del líquido basándose en el nivel o la altura del líquido que se pega a o que queda en la superficie de la pared del recipiente inferior tras romper el vacío. La masa se divide entre el volumen para calcular la densidad.

10 - Ejemplo 2-2 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 800 mm, el volumen del recipiente superior es de 360 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización A disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/8HHSJ-SS6030" a una punta de la superior de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 77,8°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización A hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1,0 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00026 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 12,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,88 kg/l y 62,2°C, respectivamente.

25 En este caso, el ángulo de pulverización de la boquilla de pulverización era de 60° y el diámetro interno del recipiente superior era de 800 mm, y por tanto, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS como 0,800 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS como 3,9 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,205 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS de la misma manera que en el ejemplo 2-1. Obsérvese que el diámetro externo D del área de abertura de la boquilla de pulverización A en el punto de inicio (extremo de la base) era de 5,1 mm, el diámetro externo d en el punto de extremo era de 4,3 mm y la anchura  $\square$  es de 4,5 mm, y se calculó el área como 0,000066 m<sup>2</sup>.

35 - Ejemplo 2-3 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 800 mm, el volumen del recipiente superior es de 360 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización B disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/4HHSJ-SS60210" a una punta de la superior de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 80,2°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización B hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 5,3 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00135 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 3,8 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,84 kg/l y 62,8°C, respectivamente.

50 En este caso, como en el ejemplo 2-2, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS como 0,800 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS como 5,7 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,140 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS de la misma manera que en el ejemplo 2-1. Obsérvese que el diámetro externo D del área de abertura de la boquilla de pulverización B en el punto de inicio (extremo de la base) era de 14 mm, el diámetro externo d en el punto de extremo era de 9 mm y la anchura  $\square$  es de 6,6 mm, y se calculó el área como 0,000238 m<sup>2</sup>.

60 - Ejemplo 2-4 -

Las figuras 7(a) y 7(b) muestran un recipiente superior de un dispositivo de enfriamiento usado en el ejemplo 2-4. Obsérvese que los nombres indicados por caracteres de referencia son los mismos que los del dispositivo de enfriamiento de la segunda realización.

65 El recipiente 111 superior tiene una parte superior que se forma en la conformación de un cilindro que tiene un diámetro interno de 475 mm y una parte inferior que se forma en la conformación de un cono cuyo diámetro se hace

más pequeño hacia abajo. El volumen del recipiente 111 superior es de 120 l.

Se unen tres boquillas A 131 de pulverización a la placa superior del recipiente 111 superior. Las tres boquillas A 131 de pulverización se disponen de modo que los centros de las boquillas están ubicados en los tres vértices respectivos de un triángulo equilátero con lados de 151 mm cuyo baricentro está ubicado en el centro de la placa superior que tiene un diámetro de 475 mm. La salida de pulverización de cada boquilla está orientada hacia abajo. Por tanto, las tres boquillas A 131 de pulverización tienen la misma separación en un círculo cuyo centro es el centro de la placa superior, siendo el ángulo central de un arco entre cada boquilla de 120°. Obsérvese que la distancia entre los puntos más lejanos de las boquillas A 131 de pulverización adyacentes entre sí es de 174 mm, y la distancia más corta entre el centro de cada boquilla A 131 de pulverización y la pared interna del recipiente 111 superior es de 151 mm. Cada boquilla A 131 de pulverización está conectada a una tubería de suministro de líquido correspondiente (no mostrado).

En el dispositivo de enfriamiento que incluye el recipiente 111 superior anterior (el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se suministró AS que tenía una temperatura de 75,3°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de las boquillas A 131 de pulverización hasta el recipiente 111 superior a una velocidad de flujo de 2,9 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00025 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 6,5 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,75 kg/l y 59,8°C, respectivamente.

En este caso, el ángulo de pulverización de la boquilla A 131 de pulverización es de 60° y la distancia de boquilla a boquilla es de 151 mm. Por tanto, la distancia de vuelo es la más corta (0,151 m) cuando las corrientes de AS pulverizadas desde las boquillas A 131 de pulverización entran en contacto entre sí, y 0,301 m cuando el AS pulverizado desde las boquillas A 131 de pulverización entra en contacto con la pared interna del recipiente 111 superior. Por tanto, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS como 0,151 m o más. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS como 3,8 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,040 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS de la misma manera que en el ejemplo 2-2.

- Ejemplo comparativo 2-1 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 475 mm, el volumen del recipiente superior es de 270 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización C disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B3/8HHSJ-SS12030" a una punta de la superior de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS que tenía una temperatura de 72,8°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización C hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3,0 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00077 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 15,7 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,17 kg/l y 60,7°C, respectivamente.

En este caso, como en el ejemplo 2-1, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS como 0,274 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS como 11,0 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,025 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS de la misma manera que en el ejemplo 2-1.

- Ejemplo 2-5 -

En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 475 mm, el volumen del recipiente superior es de 270 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una boquilla de pulverización D disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B1/2HHSJ-SS60120" a una punta de cada una de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró un fluido que tenía una temperatura de 77,2°C y una densidad de 0,61 kg/l que es AS que contiene o arrastra burbujas (a continuación en el presente documento denominado "AS con burbujas arrastradas") desde las tuberías de suministro de líquido a través de las boquillas de pulverización D hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3,7 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00083 m<sup>3</sup>/s). Además, se evacuó el dispositivo de enfriamiento a través de la tubería de descarga de gas del recipiente superior. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el

recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 4,4 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,75 kg/l y 60,1°C, respectivamente.

5 En este caso, el ángulo de pulverización de la boquilla de pulverización era de 60° y el diámetro interno del recipiente superior era de 475 mm, y por tanto, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS con burbujas arrastradas como 0,475 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS con burbujas arrastradas como 4,6 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,103 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS con burbujas arrastradas de la misma manera que en el ejemplo 2-1. Obsérvese que el diámetro externo D del área de abertura de la boquilla de pulverización D en el punto de inicio (extremo de la base) era de 9,2 mm, el diámetro externo d en el punto de extremo era de 7,6 mm y la anchura  $\square$  es de 6,9 mm, y se calculó el área como 0,000182 m<sup>2</sup>.

15 - Ejemplo 2-6 -

Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo 2-5. Después de eso, se suministró AS con burbujas arrastradas que tenía una temperatura de 67,5°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de las boquillas de pulverización D hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 4,2 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00094 m<sup>3</sup>/s). La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 3,7 min.

20 Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,40 kg/l y 61,6°C, respectivamente.

25 En este caso, como en el ejemplo 2-5, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS con burbujas arrastradas como 0,475 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS con burbujas arrastradas como 5,2 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,091 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS con burbujas arrastradas de la misma manera que en el ejemplo 2-5.

- Ejemplo comparativo 2-2 -

35 Se preparó el mismo dispositivo de enfriamiento que el usado en el ejemplo comparativo 2-1. Después de eso, se suministró AS con burbujas arrastradas que tenía una temperatura de 74,0°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de la boquilla de pulverización C hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 3,0 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00137 m<sup>3</sup>/s). La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 5,1 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,17 kg/l y 60,5°C, respectivamente.

45 En este caso, como en el ejemplo comparativo 2-1, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS con burbujas arrastradas como 0,274 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS con burbujas arrastradas como 19,6 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,014 s. Se calcularon la velocidad de pulverización y el área de suministro del AS con burbujas arrastradas de la misma manera que en el ejemplo comparativo 2-1.

50 - Ejemplo comparativo 2-3 -

55 En un dispositivo de enfriamiento que tenía la configuración de la figura 3 (el diámetro interno del recipiente superior es de 475 mm, el volumen del recipiente superior es de 120 l, el volumen del recipiente inferior es de 420 l y el diámetro interno de la tubería de conexión es de 160 mm), se unió una placa de dispersión, en lugar de una boquilla de pulverización, a una punta de la superior de las dos tuberías de suministro de líquido. Después de eso, se suministró AS con burbujas arrastradas que tenía una temperatura de 75,2°C desde las tuberías de suministro de líquido a través de la placa de dispersión hasta el recipiente superior a una velocidad de flujo de 1,0 ton/h (la velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla era de 0,00046 m<sup>3</sup>/s). La atmósfera que tenía la presión se mantuvo a 20,0 kPa en el recipiente superior, la tubería de conexión y el recipiente inferior. El tiempo de ejecución fue de 5,0 min.

Como resultado, la densidad a vacío y la temperatura del AS almacenado y retenido en el recipiente inferior fueron de 0,16 kg/l y 57,3°C, respectivamente.

65 En este caso, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen del AS con burbujas arrastradas como 0,130 m.

## ES 2 747 700 T3

Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) del AS con burbujas arrastradas como 19,1 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,007 s. Se calculó la velocidad de pulverización del AS con burbujas arrastradas dividiendo la velocidad de flujo de volumen del AS con burbujas arrastradas entre el área de suministro del AS con burbujas arrastradas, es decir, el área de la salida de pulverización de la placa de dispersión (0,000024 m<sup>2</sup>).

5

Tabla 3

	Ejemplos					
	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6
Diámetro interno del primer recipiente, mm	475	800	800	475	475	475
(Pulverización) Boquilla	C	A	B	A	D	D
Número de boquillas	2	1	1	3	2	2
Ángulo de pulverización, °	120	60	60	60	60	60
Área de suministro de líquido, m <sup>2</sup>	0,000070	0,000066	0,000238	0,000066	0,000182	0,000182
Presión en el dispositivo, kPa	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Líquido	AS	AS	AS	AS	AS con burbujas arrastradas	AS con burbujas arrastradas
Temperatura del líquido, °C	75,7	77,8	80,2	75,3	77,2	67,5
Velocidad de flujo del líquido, ton/h	2,7	1,0	5,3	2,9	3,7	4,2
Velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla, m <sup>3</sup> /s	0,00035	0,00026	0,00135	0,00025	0,00083	0,00094
Distancia de vuelo, m	0,274	0,800	0,800	0,151	0,475	0,475
Velocidad inicial, m/s	5,0	3,9	5,7	3,8	4,6	5,2
Tiempo de vuelo, s	0,055	0,205	0,140	0,040	0,103	0,091
Tiempo de ejecución, min	5,4	12,4	3,8	6,5	4,4	3,7
Densidad a vacío tras enfriar, kg/l	0,81	0,88	0,84	0,75	0,75	0,40
Temperatura tras enfriar, °C	59,7	62,2	62,8	59,8	60,1	61,6
Densidad a presión atmosférica tras enfriar kg/l	1,08	-	-	-	-	-

10 Tabla 4

	Ejemplos comparativos		
	2-1	2-2	2-3
Diámetro interno del primer recipiente, mm	475	475	475
(Pulverización) Boquilla	C	C	Placa de dispersión
Número de boquillas	1	1	-
Ángulo de pulverización, °	120	120	-
Área de suministro de líquido, m <sup>2</sup>	0,000070	0,000070	0,000024
Presión en el dispositivo, kPa	20,0	20,0	20,0

Líquido	AS	AS con burbujas arrastradas	AS con burbujas arrastradas
Temperatura del líquido, °C	72,8	74,0	75,2
Velocidad de flujo del líquido, ton/h	3,0	3,0	1,0
Velocidad de flujo de volumen del líquido por boquilla, m <sup>3</sup> /s	0,00077	0,00137	0,00046
Distancia de vuelo, m	0,274	0,274	0,130
Velocidad inicial, m/s	11,0	19,6	19,1
Tiempo de vuelo, s	0,025	0,014	0,007
Tiempo de ejecución, min	15,7	5,1	5,0
Densidad a vacío tras enfriar, kg/l	0,17	0,17	0,16
Temperatura tras enfriar, °C	60,7	60,5	57,3
Densidad a presión atmosférica tras enfriar kg/l	-	-	-

<Fabricación de disolución acuosa de tensioactivo aniónico>

5 Se fabricó un alquilsulfato de sodio (tensioactivo aniónico) mediante un dispositivo de neutralización que tenía la configuración de la figura 5. Se unió una boquilla de pulverización E disponible de Spraying Systems Co., Japan con el nombre comercial "Spiral Jet B1/2HHSJ-316L60120" al interior del tanque de enfriamiento.

10 Se suministraron ácido alquilsulfúrico (un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico), disolución acuosa de hidróxido de sodio al 27,0% en masa (álcali) y disolución acuosa de carbonato de sodio al 20,0% en masa (agente de tamponamiento) a la unidad de suministro de material, en donde las cantidades de estos componentes eran de 0,63 partes en masa, 0,34 partes en masa y 0,10 partes en masa, respectivamente, con respecto a 1 parte en masa de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio que va a recogerse a través de la tubería de recogida de producto. La atmósfera que tenía la presión se mantuvo en el tanque de enfriamiento a 20,0 kPa mediante evacuación a través de la tubería de descarga de gas. La velocidad de flujo del AS suministrado al tanque de enfriamiento era de 15 3,0 ton/h (velocidad de flujo de volumen: 0,00078 m<sup>3</sup>/s) por boquilla de pulverización. La razón de circulación fue de 4,2 veces.

20 En este caso, se calculó la distancia de vuelo del 100% en volumen de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio como 0,470 m. Se calculó la velocidad de pulverización (velocidad inicial) de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio como 4,3 m/s. Dividiendo la distancia de vuelo entre la velocidad de pulverización, se calculó el tiempo de vuelo como 0,109 s o más.

25 Obsérvese que el diámetro externo D del área de abertura de la boquilla de pulverización E en el punto de inicio (extremo de la base) era de 9,2 mm, el diámetro externo d en el punto de extremo era de 7,6 mm y la anchura  $\square$  es de 6,9 mm, y se calculó el área como 0,000182 m<sup>2</sup>.

30 En esta fabricación de alquilsulfato de sodio, la temperatura y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio fueron de 74,2°C y 1,07 kg/l (a presión atmosférica), respectivamente, aguas arriba del tanque de enfriamiento. La temperatura y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio fueron de 62,8°C y 0,80 kg/l (a vacío), respectivamente, aguas abajo del tanque de enfriamiento. La concentración de alquilsulfato de sodio y la densidad de la disolución acuosa de alquilsulfato de sodio recogidas a través de la tubería de recogida de producto fueron del 65,0% en masa y 1,07 kg/l (a presión atmosférica), respectivamente.

### 35 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención es útil para un método de enfriamiento de líquido y un método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada en ese método.

### 40 **Descripción de los caracteres de referencia**

100 DISPOSITIVO DE ENFRIAMIENTO

	111 RECIPIENTE SUPERIOR (TANQUE DE ENFRIAMIENTO)
	112 RECIPIENTE INFERIOR
5	113 TUBERÍA DE CONEXIÓN
	121 TUBERÍA DE SUMINISTRO DE LÍQUIDO
10	122 PRIMERA TUBERÍA DE INTRODUCCIÓN DE GAS
	123 (PRIMERA) TUBERÍA DE DESCARGA DE GAS
	124 SEGUNDA TUBERÍA DE DESCARGA DE GAS
15	125 SEGUNDA TUBERÍA DE INTRODUCCIÓN DE GAS
	126 TUBERÍA DE DESCARGA DE LÍQUIDO
20	127 TERCERA TUBERÍA DE INTRODUCCIÓN DE GAS
	131 BOQUILLA DE PULVERIZACIÓN (UNIDAD DE SUMINISTRO DE LÍQUIDO)
	141 BOMBA DE EVACUACIÓN
25	200 DISPOSITIVO DE NEUTRALIZACIÓN
	210 TRAYECTORIA DE CIRCULACIÓN
30	220 BOMBA DE CIRCULACIÓN
	230 MEZCLADORA DE MATERIAL
	231 TUBERÍA DE SUMINISTRO DE ÁCIDO
35	232 TUBERÍA DE SUMINISTRO DE ÁLCALI
	240 ENFRIADOR DE ELIMINACIÓN DE CALOR
40	241 TANQUE DE ENFRIAMIENTO
	242 BOQUILLA DE PULVERIZACIÓN
	243 TUBERÍA DE DESCARGA DE GAS
45	244 TUBERÍA DE INTRODUCCIÓN DE GAS
	250 TUBERÍA DE RECOGIDA DE PRODUCTO
50	

**REIVINDICACIONES**

1. Método para enfriar un líquido que contiene un componente volátil y un tensioactivo suministrando el líquido a un tanque de enfriamiento que contiene una atmósfera que tiene una presión que es inferior o igual a la presión de vapor saturado del componente volátil y vaporizándose de ese modo al menos una parte del componente volátil,  
 5  
 caracterizado porque  
 10 un tiempo de vuelo del líquido definido como un valor obtenido dividiendo una distancia de vuelo del líquido entre la velocidad inicial del líquido representado por:  
 la velocidad inicial del líquido = una velocidad de flujo de volumen del líquido durante el suministro/un área de suministro del líquido (l) es de 0,030 s o más,  
 15  
 siendo la distancia de vuelo del líquido la distancia lineal por encima de la cual el líquido vuela en el tanque de enfriamiento.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la distancia de vuelo del líquido cuyo tiempo de vuelo es de 0,030 s o más incluye una distancia por encima de la cual el líquido vuela durante un periodo de tiempo desde cuando el líquido se suministra desde una unidad de suministro de líquido hasta cuando el líquido entra en contacto con una pared interna del tanque de enfriamiento.  
 20
3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que la distancia de vuelo del líquido cuyo tiempo de vuelo es de 0,030 s o más incluye una distancia por encima de la cual el líquido vuela durante un periodo de tiempo desde cuando el líquido se suministra desde una unidad de suministro de líquido hasta cuando el líquido entra en contacto con otro líquido que vuela en el tanque de enfriamiento.  
 25
4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el componente volátil contenido en el líquido es agua.  
 30
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el líquido se suministra al tanque de enfriamiento usando una boquilla de pulverización.  
 35
6. Método para fabricar una disolución acuosa de tensioactivo aniónico enfriada, en el que una disolución acuosa de tensioactivo aniónico obtenida mediante neutralización de un precursor de ácido de un tensioactivo aniónico con un álcali se enfría en el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el componente volátil es agua y el tensioactivo es el tensioactivo aniónico.  
 40
7. El método según la reivindicación 6, en el que se usa un dispositivo de neutralización que incluye una trayectoria de circulación en la que la disolución acuosa de tensioactivo aniónico se hace circular,  
 45 una unidad de suministro de material proporcionada en la trayectoria de circulación y configurada para suministrar de manera continua el precursor de ácido del tensioactivo aniónico y el álcali a la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria de circulación,  
 una unidad de enfriamiento proporcionada e insertada en la trayectoria de circulación aguas abajo de la unidad de suministro de material y configurada para enfriar la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria de circulación en el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,  
 50 y  
 una unidad de recogida proporcionada en la trayectoria de circulación aguas abajo de la unidad de enfriamiento y configurada para recoger de manera continua una parte de la disolución acuosa de tensioactivo aniónico que circula en la trayectoria de circulación.  
 55

FIG.1

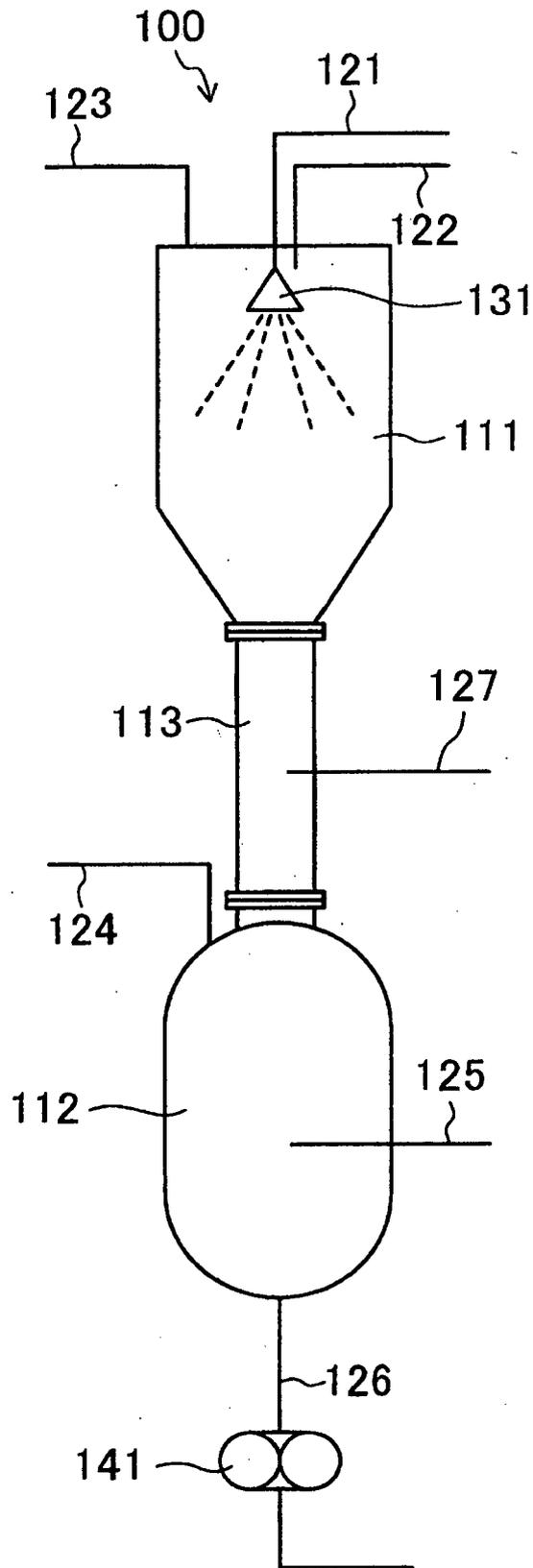


FIG2

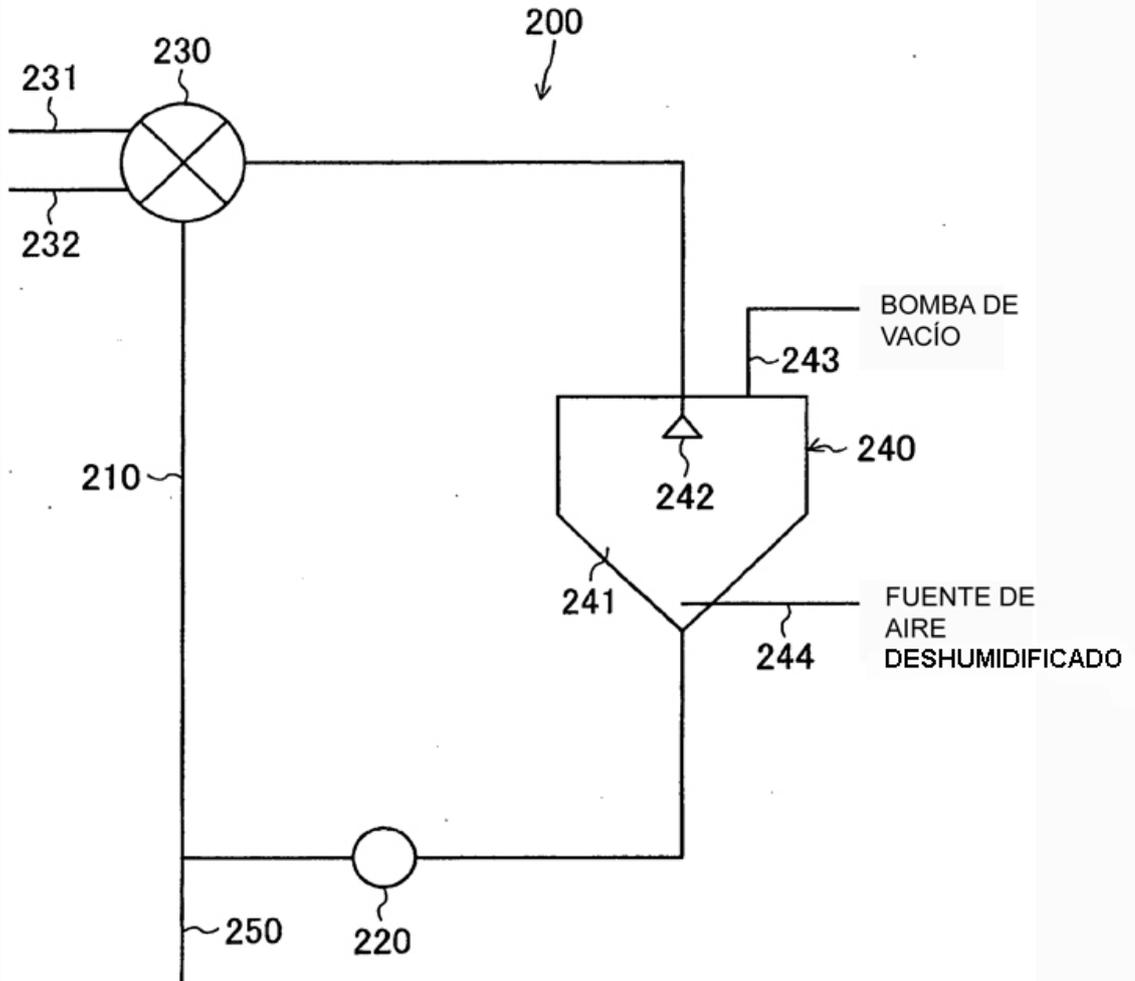


FIG.3

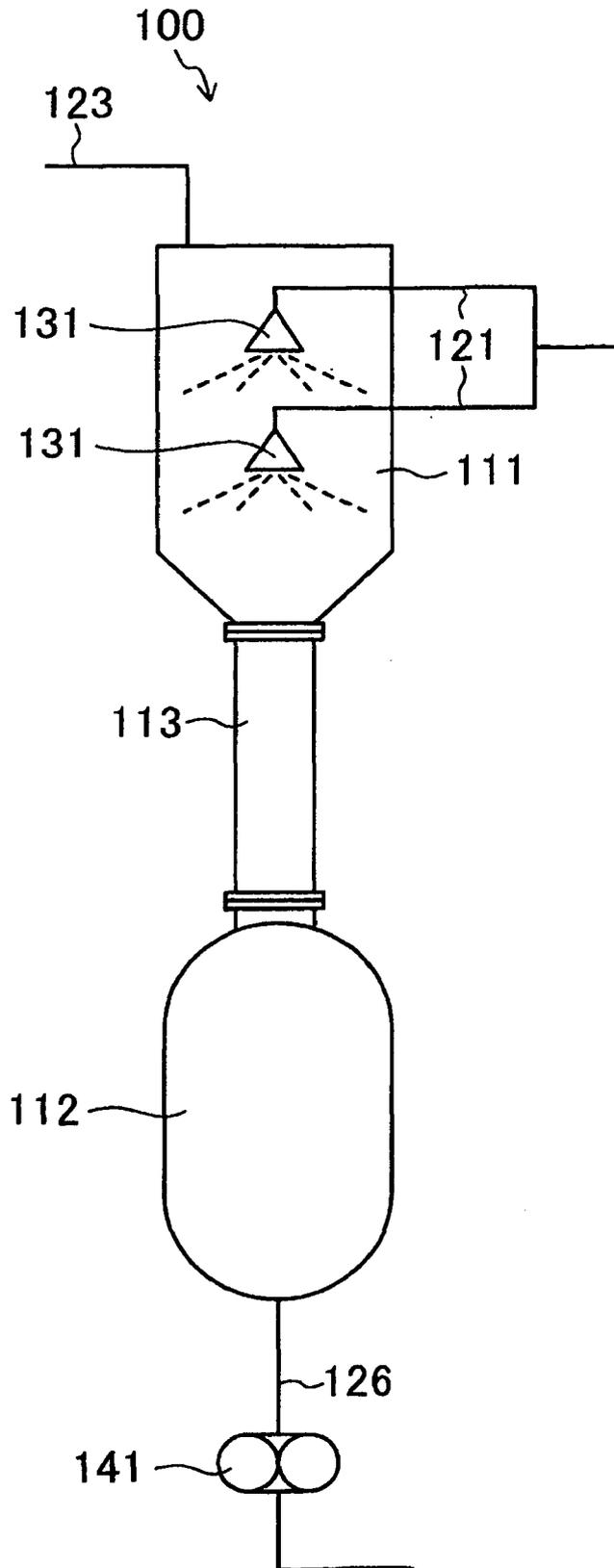


FIG.4

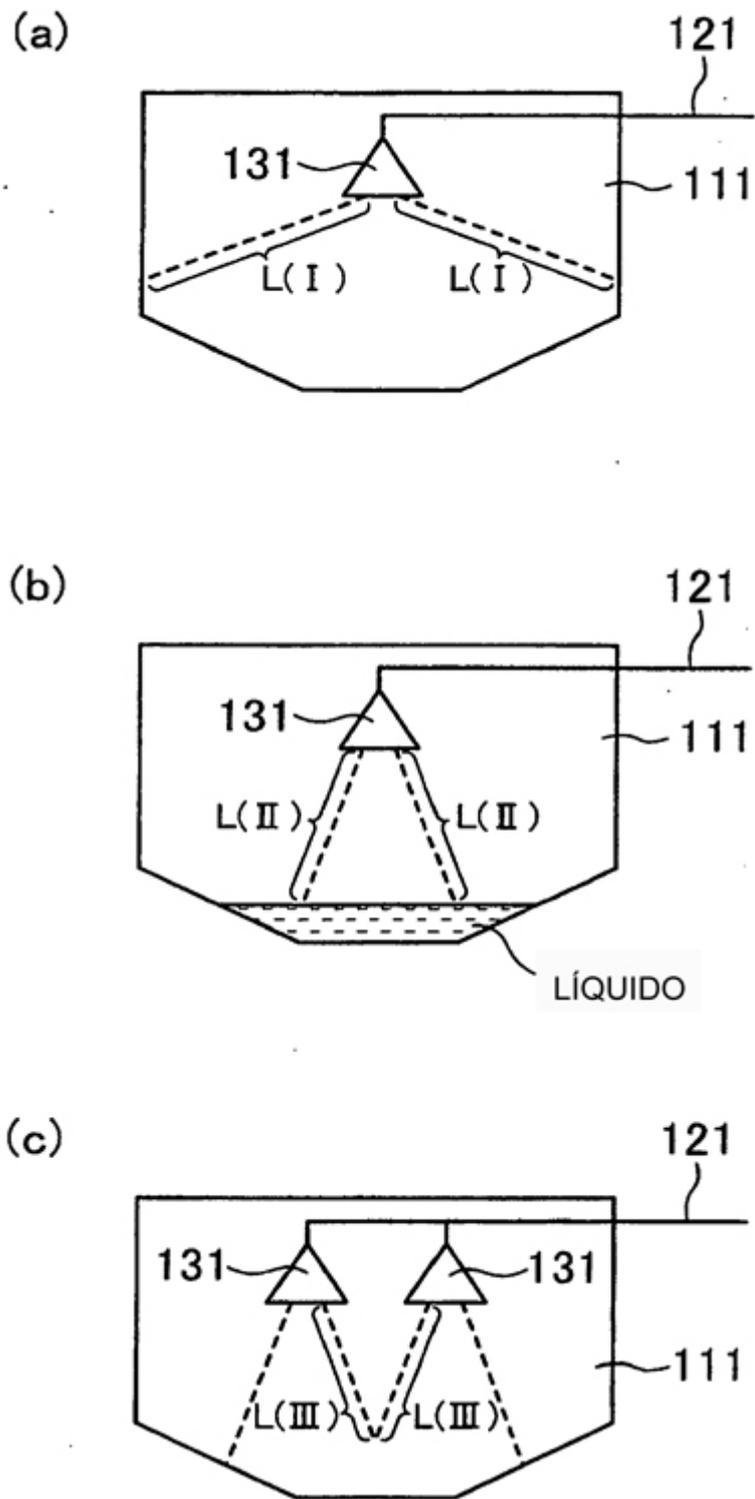


FIG.5

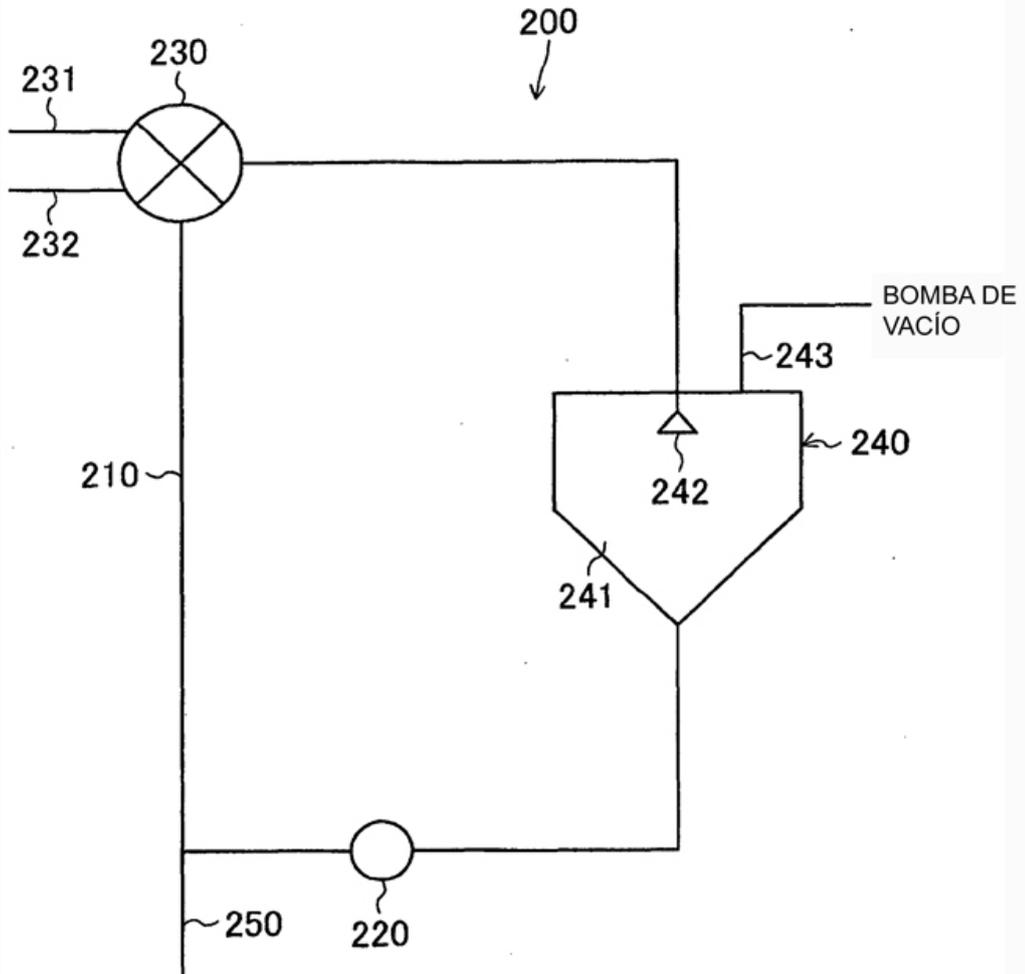


FIG.6

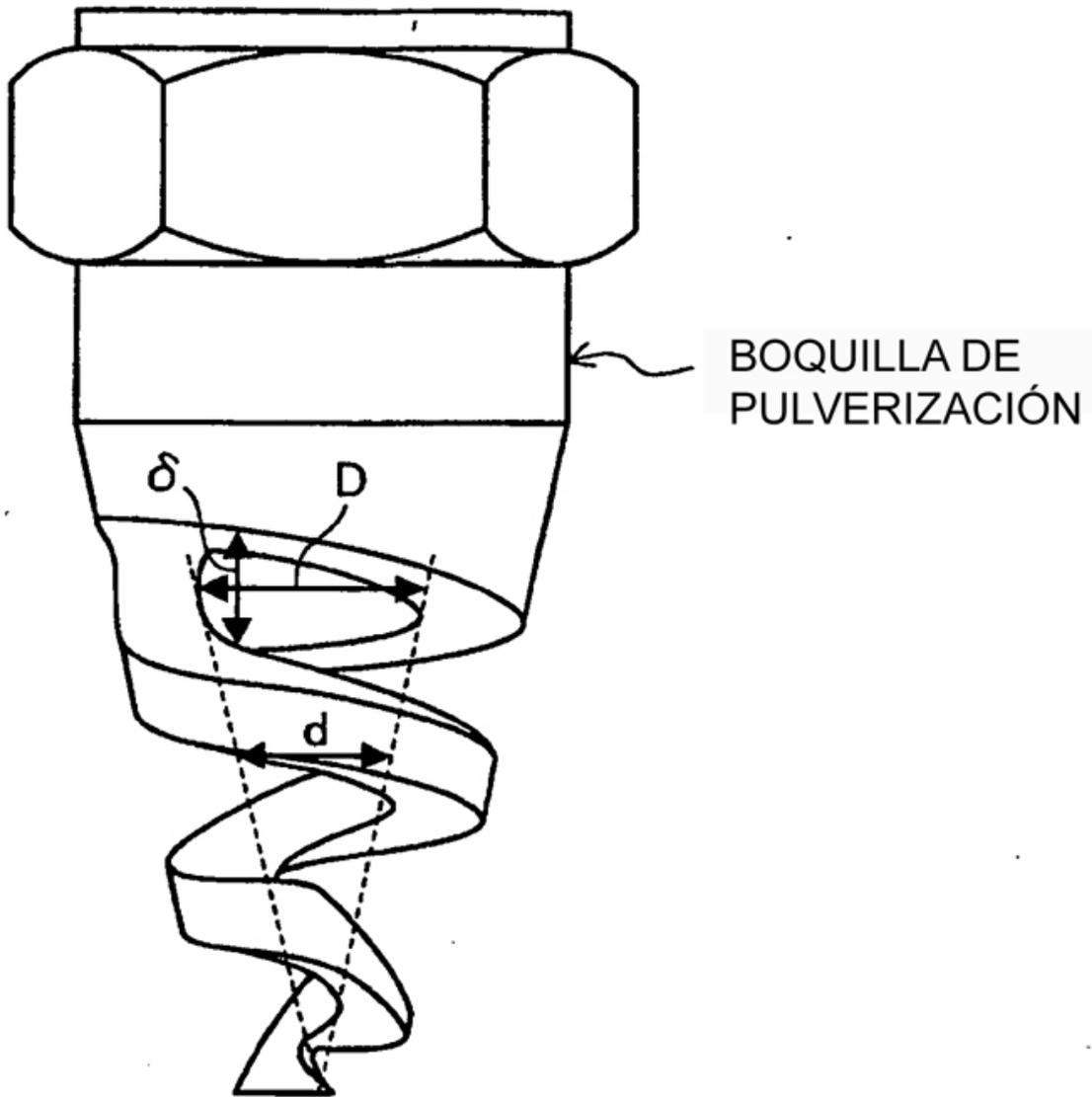


FIG.7

