

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 442**

51 Int. Cl.:

**B01D 17/00** (2006.01)

**B01D 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.06.2013 PCT/JP2013/003604**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2013 WO13190794**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2013 E 13806641 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2862607**

54 Título: **Método para preparar una disolución acuosa concentrada de compuesto orgánico**

30 Prioridad:

**19.06.2012 JP 2012137907**

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

**14.11.2018**

73 Titular/es:

**KAO CORPORATION (100.0%)  
14-10, Nihonbashi Kayabacho 1-chome  
Chuo-KuTokyo 103-8210, JP**

72 Inventor/es:

**NAMBA, MASANORI y  
SAITO, JUNNOSUKE**

74 Agente/Representante:

**MARTÍN BADAJOZ, Irene**

ES 2 689 442 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 preparar una disolución acuosa concentrada de compuesto orgánico

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere al método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico.

**10 Antecedentes de la técnica**

Se han realizado investigación y desarrollo con respecto a la técnica de deshidratación de atomizar agua irradiando una disolución acuosa de un compuesto orgánico con una onda ultrasónica.

15 Por ejemplo, los documentos de patente 1 y 2 divulgan la técnica de separar ácido láctico irradiando un producto fermentado de un material vegetal con una onda ultrasónica y atomizando agua.

Además, el documento de patente 3 da a conocer el método para producir glicerol concentrado, que incluye la concentración por deshidratación de una disolución acuosa de glicerol que tiene una viscosidad igual a o menor de 25 mPa·s irradiando la disolución acuosa de glicerol con una onda ultrasónica y atomizando agua.

20 Todavía más, el documento de patente 4 describe un aparato regenerativo para un medio de transporte de calor en un sistema de bomba de calor del tipo de torre de calentamiento. Puede condensar de manera continua el medio de transporte de calor sometándolo a vibración ultrasónica provocando de ese modo que se forme una neblina y se retire del medio de transporte.

**Lista de referencias****Documentos de patente**

30

DOCUMENTO DE PATENTE 1: Publicación de patente japonesa sin examinar n.º 2010-115165

DOCUMENTO DE PATENTE 2: Publicación de patente japonesa sin examinar n.º 2010-233543

35

DOCUMENTO DE PATENTE 3: Publicación de patente japonesa sin examinar n.º 2012-144530

DOCUMENTO DE PATENTE 4: Documento JP 2012 096206A

**Sumario de la invención**

40

La presente invención está destinada al método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico.

45 El método comprende una etapa de ajuste de concentración de ajustar una disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa, teniendo el compuesto orgánico dos o más grupos hidrófilos en una molécula, y los dos o más grupos hidrófilos incluyen uno o más elegidos de un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo y un grupo carbonilo, en el que se realiza el ajuste de concentración mezclando la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa con el compuesto orgánico o una disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa, o se realiza el ajuste de concentración mediante calentamiento de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa para evaporar la humedad; y una etapa de concentración por deshidratación de irradiar la disolución acuosa, cuya concentración de compuesto orgánico se ajusta para que sea igual al o mayor del 40 % en masa en la etapa de ajuste de concentración, con una onda ultrasónica que tiene una frecuencia igual a o mayor de 1 MHz para atomizar agua.

55

**Breve descripción de los dibujos**

60 [Figura 1] La figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un atomizador ultrasónico usado en un primer aspecto.

[Figura 2] La figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un atomizador ultrasónico usado en los aspectos segundo y tercero.

65 [Figura 3] La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un atomizador ultrasónico usado en los aspectos 2A y 3A.

[Figura 4] Las figuras 4A a 4C son diagramas de bloques que ilustran otro atomizador ultrasónico usado en los aspectos 2A y 3A.

5 [Figura 5] La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra la configuración de un atomizador ultrasónico experimental usado en ejemplos.

### Descripción de realizaciones

10 Se describirá una realización en detalle a continuación.

El método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico según la presente realización incluye una etapa de ajuste de concentración y una etapa de concentración por deshidratación. En la etapa de ajuste de concentración, una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico que tiene dos o más grupos hidrófilos en una molécula (un compuesto orgánico de este tipo se denomina en lo sucesivo en el presente documento "compuesto orgánico A" en la presente solicitud) a una concentración menor del 40 % en masa se usa como disolución acuosa de materia prima, y la disolución acuosa de materia prima se ajusta de tal manera que la concentración del compuesto orgánico A se vuelve igual al o mayor del 40 % en masa. En la etapa de concentración por deshidratación, se realiza concentración por deshidratación de tal manera que la disolución acuosa ajustada de tal manera que la concentración del compuesto orgánico A se vuelve igual al o mayor del 40 % en masa en la etapa de ajuste de concentración (una disolución acuosa de este tipo se denomina en lo sucesivo "disolución acuosa de materia prima de alta concentración" en la presente solicitud) se irradia con una onda ultrasónica para atomizar agua.

25 Los presentes inventores han hallado lo siguiente. En el caso en el que se realiza concentración por deshidratación irradiando la disolución acuosa del compuesto orgánico que tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula con una onda ultrasónica y atomizando agua, aumenta la concentración del compuesto orgánico contenido en gotas de neblina generadas en la irradiación con onda ultrasónica a medida que aumenta la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa hasta un determinado límite de concentración. Cuando la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa irradiada con la onda ultrasónica supera el límite de concentración, disminuye la concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de neblina generadas en la irradiación con onda ultrasónica. Además, los presentes inventores también han hallado que, en el caso en el que el compuesto orgánico tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula, si la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa es igual al o mayor del 40 % en masa, la concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de neblina generadas en la irradiación con onda ultrasónica es extremadamente baja.

Aunque los motivos por los que la concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de neblina es baja como se acaba de describir no son claros, se suponen los siguientes motivos. Puesto que el compuesto orgánico que tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula tiene muchos grupos hidrófilos, las moléculas de un compuesto orgánico de este tipo que interactúan entre sí son más que las de un compuesto orgánico que tiene un único grupo hidrófilo en una molécula, y la interacción entre los compuestos orgánicos que tienen, cada uno, dos o más grupos hidrófilos en la molécula es más intensa que entre los compuestos orgánicos que tienen, cada uno, un único grupo hidrófilo en la molécula. Por tanto, es difícil atomizar el compuesto orgánico que tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula. Además, cuando aumenta la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa, la frecuencia de interacción entre los compuestos orgánicos es mayor que la de interacción entre el compuesto orgánico y agua, dando como resultado dificultad en la atomización. Dada la sinergia de estos factores, en el caso del compuesto orgánico que tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula, si la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa es igual al o mayor del 40 % en masa, la concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de neblina generadas en la irradiación con onda ultrasónica es extremadamente baja, y se retira selectivamente agua de la disolución acuosa. Como resultado, puede potenciarse la eficiencia de la concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica.

Según el método para producir la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico en la presente realización, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima se ajusta, antes de la concentración por deshidratación, desde menos del 40 % en masa hasta igual al o mayor del 40 % en masa. Por consiguiente, disminuye la concentración del compuesto orgánico A contenido en gotas de neblina generadas en la irradiación de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración cuya concentración se ajusta con una onda ultrasónica, y se retira selectivamente agua de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración. Como resultado, puede potenciarse la eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, es decir, puede potenciarse la eficiencia de deshidratación por energía en la irradiación con onda ultrasónica.

<Disolución acuosa de materia prima>

65 La disolución acuosa de materia prima contiene el compuesto orgánico A que tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula.

Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto orgánico A es preferiblemente de dos o más, y más preferiblemente de tres o más. Desde el punto de vista de la solubilidad en agua, el número de átomos de carbono en la molécula del compuesto orgánico A es preferiblemente de 22 o menos, más preferiblemente de 12 o menos, y mucho más preferiblemente de 6 o menos.

Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, el peso molecular del compuesto orgánico A es preferiblemente de 50 o más, más preferiblemente de 60 o más, y mucho más preferiblemente de 70 o más. Desde el punto de vista de la solubilidad en agua, el peso molecular del compuesto orgánico A es preferiblemente de 400 o menos, más preferiblemente de 300 o menos, y mucho más preferiblemente de 200 o menos.

El compuesto orgánico A tiene dos o más grupos hidrófilos en la molécula. El grupo hidrófilo es un grupo funcional que forma un enlace débil con una molécula de agua mediante, por ejemplo, interacción electrostática o enlaces de hidrógeno y que tiene ionicidad o alta polaridad mostrando afinidad por el agua. Específicamente, los ejemplos del grupo hidrófilo incluyen un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo carbonilo, un grupo éster, un grupo acetal, un grupo hemiacetal, un grupo éter, un grupo amino, un grupo amonio, un grupo amida, un grupo sulfonato, un grupo éster sulfato, un grupo fosfonato, un grupo fosfato y un grupo ureido.

Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, el grupo hidrófilo incluye uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo carbonilo. Más preferiblemente, el grupo hidrófilo incluye uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo o un grupo carboxilo.

El número de grupos hidrófilos en la molécula del compuesto orgánico A es de dos o más desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica. Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica y una eficiencia económica, el número de grupos hidrófilos en la molécula del compuesto orgánico A es preferiblemente de 10 o menos, más preferiblemente de 8 o menos, mucho más preferiblemente de 5 o menos, y todavía mucho más preferiblemente de 3 o menos.

En el compuesto orgánico A, una pluralidad de grupos hidrófilos puede unirse al mismo átomo de carbono, o puede unirse, respectivamente, a átomos de carbono adyacentes o a átomos de carbono situados, por ejemplo, con uno o más grupos metileno que están interpuestos entremedias. Alternativamente, el compuesto orgánico A puede tener las dos características anteriores. De estos compuestos orgánicos A, se prefieren el compuesto orgánico formado de tal manera que una pluralidad de grupos hidrófilos se une al mismo átomo de carbono o el compuesto orgánico formado de tal manera que una pluralidad de grupos hidrófilos se une, respectivamente, a átomos de carbono adyacentes.

El compuesto orgánico A puede tener dos o más de un único tipo de grupo hidrófilo en la molécula, o puede tener dos o más tipos de grupo hidrófilo en la molécula. Alternativamente, el compuesto orgánico A puede tener las dos características anteriores.

En el caso de un compuesto orgánico A opcional formado para que tenga compatibilidad con agua, la concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica produce un efecto destacado. Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, el grado de la solubilidad (abreviado a continuación en el presente documento como "grado de solubilidad") del compuesto orgánico A en 100 g de agua a 25 °C es preferiblemente de 67 g o más, más preferiblemente de 100 g o más, y mucho más preferiblemente de 150 g o más. Todavía mucho más preferiblemente, el grado de solubilidad del compuesto orgánico A es un grado tal que el compuesto orgánico A puede disolverse en agua en cualquier proporción.

Los ejemplos del compuesto orgánico A que tiene dos o más de un único tipo de grupo hidrófilo en la molécula incluyen poliol que tiene dos o más grupos hidroxilo, ácido carboxílico polivalente que tiene dos o más grupos carboxilo, y amina polivalente que tiene dos o más grupos amino.

Los ejemplos del poliol incluyen dioles que tienen, cada uno, dos grupos hidroxilo en una molécula, tales como etilenglicol, dietilenglicol, 1,2-propanodiol (propilenglicol) y 1,3-propanodiol; trioles que tienen, cada uno, tres grupos hidroxilo en una molécula, tales como glicerol, trimetilolpropano y 1,2,4-butanotriol; tetraoles que tienen, cada uno, cuatro grupos hidroxilo en una molécula, tales como pentaeritritol; y azúcares tales como glucosa y xilosa.

Los ejemplos del ácido carboxílico polivalente incluyen ácidos dicarboxílicos tales como ácido oxálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido maleico, ácido fumárico, ácido ftálico, ácido isoftálico, ácido tereftálico y ácido furanodicarboxílico; ácidos tricarboxílicos tales como ácido cítrico, ácido trimelítico (ácido benceno-1,2,4-tricarboxílico) y ácido benceno-1,3,5-tricarboxílico; y ácidos tetracarboxílicos tales como ácido etilen-tetracarboxílico

y ácido benceno-1,2,4,5-tetracarboxílico.

Los ejemplos de la amina polivalente incluyen diaminas tales como etilendiamina y parafenilendiamina; triaminas tales como dietilentriamina; y tetraaminas tales como trietilentetramina.

5 Los ejemplos del compuesto orgánico A que tiene dos o más tipos de grupo hidrófilo en la molécula incluyen hidroxiácido que tiene un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo, aminoácido que tiene un grupo carboxilo y un grupo amino e hidroxialdehído que tiene un grupo hidroxilo y un grupo carbonilo.

10 El hidroxiácido pueden ser  $\alpha$ -hidroxiácidos en cada uno de los cuales un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo se unen al mismo átomo de carbono, tales como ácido láctico y ácido 2-hidroxi-butírico;  $\beta$ -hidroxiácidos en cada uno de los cuales un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo se unen, respectivamente, a átomos de carbono diferentes, tales como ácido 3-hidroxi-butírico; o  $\gamma$ -hidroxiácidos en cada uno de los cuales un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo se unen, respectivamente, a átomos de carbono diferentes, tales como ácido 4-hidroxi-butírico.

15 El hidroxiácido puede ser un hidroxiácido alifático o un hidroxiácido aromático. Los ejemplos del hidroxiácido alifático incluyen ácido 2-hidroxi-butírico, ácido glicólico, ácido láctico, ácido glicérico, ácido málico, ácido tartárico y ácido cítrico. Los ejemplos del hidroxiácido aromático incluyen ácido salicílico.

20 El aminoácido pueden ser  $\alpha$ -aminoácidos en cada uno de los cuales un grupo carboxilo y un grupo amino se unen al mismo átomo de carbono, tal como glicina,  $\alpha$ -alanina, glutamina, ácido glutámico y ácido aspártico;  $\beta$ -aminoácidos en cada uno de los cuales un grupo carboxilo y un grupo amino se unen, respectivamente, a átomos de carbono diferentes, tales como  $\beta$ -alanina; o  $\gamma$ -aminoácidos en cada uno de los cuales un grupo carboxilo y un grupo amino se unen, respectivamente, a átomos de carbono diferentes, tal como ácido  $\gamma$ -aminobutírico.

25 El aminoácido puede ser un aminoácido alifático o un aminoácido aromático. Los ejemplos del aminoácido alifático incluyen glicina, alanina, ácido glutámico y ácido aspártico. Los ejemplos del aminoácido aromático incluyen fenilalanina.

30 Los ejemplos del hidroxialdehído incluyen hidroximetilfurfural.

De estos compuestos, se usa preferiblemente poliol que tiene dos o más grupos hidroxilo, hidroxiácido que tiene un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo, hidroxialdehído que tiene un grupo hidroxilo y un grupo carbonilo, o aldehído heterocíclico que tiene un heterociclo y un grupo carbonilo, desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica. Más preferiblemente, se usa glicerol (un grado de solubilidad de  $\infty$ ), ácido láctico (un grado de solubilidad igual a o mayor de 614 g), glucosa (un grado de solubilidad de 91 g) o hidroximetilfurfural (un grado de solubilidad de  $\infty$ ).

40 Aunque la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima es menor del 40 % en masa, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima es, desde el punto de vista de una alta eficiencia en la etapa de ajuste de concentración, preferiblemente igual al o menor del 35 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 30 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 25 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 20 % en masa. Desde el mismo punto de vista que antes, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima es igual al o mayor del 0,1 % en masa, preferiblemente igual al o mayor del 0,5 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 1 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 3 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente del 5 % en masa.

50 Obsérvese que un(os) componente(s) que va(n) a retirarse de la disolución acuosa de materia prima o un(os) componente(s) que queda(n) en la disolución acuosa de materia prima después de la irradiación con onda ultrasónica, tal(es) como metanol, puede(n) estar contenido(s) junto con el compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima dentro de un intervalo tal que no se reduzca la eficacia en la potenciación de la eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica.

55 <Etapa de ajuste de concentración>

Se describe a continuación el método para ajustar la disolución acuosa de materia prima que contiene el compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que contiene el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa.

60 El método de ajuste de concentración se selecciona de (a) el método para mezclar una disolución acuosa de materia prima que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa (una disolución acuosa de este tipo también se denomina en lo sucesivo en el presente documento "disolución acuosa de alta concentración"); y (b) el método para deshidratar y concentrar una disolución acuosa de

materia prima que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa. El método (a) se prefiere desde el punto de vista de una alta eficiencia de procedimiento.

5 En el método (a), la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de alta concentración es, desde el punto de vista de una alta eficiencia de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima, preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa. Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica y facilidad de preparación de la disolución acuosa de alta concentración, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de alta  
10 concentración es igual al o menor del 99 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.

15 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de procedimiento en el método para producir la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico según la presente realización, el producto formado mediante un procedimiento de este tipo, es decir, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada mediante concentración por deshidratación usando irradiación con onda ultrasónica, se usa preferiblemente como la disolución acuosa de alta concentración.

20 En el método (b), la concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede ajustarse de tal manera que la concentración del compuesto orgánico A aumenta hasta ser igual al o mayor del 40 % en masa mediante concentración por deshidratación de la disolución acuosa de materia prima. La etapa de concentración por deshidratación se logra a través de evaporación de humedad mediante calentamiento.

25 En la etapa de ajuste de concentración, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada, mediante el método (a) o (b), para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa, puede suministrarse a un tanque de atomización dotado de un oscilador ultrasónico. Alternativamente, puede realizarse un ajuste de concentración mediante el método (a) o (b) en un atomizador ultrasónico que incluye un tanque de atomización dotado de un oscilador ultrasónico.  
30

Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración después del ajuste de concentración es preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa. Desde el mismo punto de vista que antes, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración después del ajuste de concentración es igual al o menor del 99 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.  
35

40 <Etapa de concentración por deshidratación>

45 Cuando la disolución acuosa de materia prima de alta concentración cuya concentración se ajusta se irradia con una onda ultrasónica, un pilar líquido de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se sitúa en una superficie líquida, y se atomiza agua del pilar líquido. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra. Obsérvese que la etapa de concentración por deshidratación puede realizarse en un determinado intervalo de tiempo después de la etapa de ajuste de concentración, o puede realizarse de manera concurrente con la etapa de ajuste de concentración.

50 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la frecuencia de las vibraciones ultrasónicas aplicadas a la disolución acuosa de materia prima de alta concentración es igual a o mayor de 1 MHz. Desde el mismo punto de vista que antes, la frecuencia de las vibraciones ultrasónicas aplicadas a la disolución acuosa de materia prima de alta concentración es preferiblemente igual a o menor de 10 MHz, y más preferiblemente igual a o menor de 5 MHz. La disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede irradiarse con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico proporcionado en el tanque de atomización capaz de almacenar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración.  
55

60 La temperatura de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica no está limitada siempre que la disolución acuosa de materia prima de alta concentración esté en forma líquida. Desde el punto de vista de una alta eficiencia de atomización mediante irradiación con onda ultrasónica y de reducción del consumo de energía, la temperatura de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es igual a o mayor de 10 °C, preferiblemente igual a o mayor de 20 °C, más preferiblemente igual a o mayor de 30 °C, mucho más preferiblemente igual a o mayor de 40 °C, y todavía mucho más preferiblemente igual a o mayor de 50 °C. Desde el punto de vista de la reducción de la carga de la instalación tal como control de temperatura y presurización, la temperatura de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es preferiblemente igual a o menor de 100 °C, más  
65

preferiblemente igual a o menor de 90 °C, mucho más preferiblemente igual a o menor de 80 °C, todavía mucho más preferiblemente igual a o menor de 70 °C. La temperatura de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede controlarse mediante un mecanismo de control de temperatura conectado al tanque de atomización capaz de almacenar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración.

5 Las gotas de líquido atomizadas a partir de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración mediante irradiación con onda ultrasónica pueden descargarse con gas portador. Aunque no está limitado, por ejemplo, aire, gas nitrógeno, y otros tipos de gas inerte pueden usarse como gas portador. La temperatura del gas portador no está limitada siempre que no exista una diferencia de temperatura significativa entre el gas portador y la disolución acuosa de materia prima de alta concentración irradiada con una onda ultrasónica. Sin embargo, el gas portador está preferiblemente a la temperatura normal o la misma temperatura que la de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración.

15 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es preferiblemente igual al o mayor del 40 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa. Desde el mismo punto de vista que antes, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es preferiblemente igual al o menor del 99 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa. Obsérvese que, en la etapa de concentración por deshidratación, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica puede encontrarse fuera del intervalo de concentración anterior siempre que no se vea influida la eficacia en la concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica.

30 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la concentración del compuesto orgánico A en las gotas de líquido atomizadas es igual al o menor del 5 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 3 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 1 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 0,5 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 0,25 % en masa.

35 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la viscosidad de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es, a la temperatura en la irradiación con onda ultrasónica, preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente igual a o menor de 15 mPa·s. Desde el mismo punto de vista que antes, la viscosidad de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica es, a una temperatura más preferida de 50 °C, preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente de 15 mPa·s. La viscosidad de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en la irradiación con onda ultrasónica puede obtenerse con referencia a la norma ISO 12058 publicada por la Organización Internacional de Normalización. Específicamente, la viscosidad de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede obtenerse basándose en un tiempo requerido para que caiga una bola, debido a la gravedad, en un capilar inclinado lleno de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración.

50 Desde el punto de vista de una alta eficiencia de concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa concentrada después de la concentración por deshidratación es preferiblemente igual al o mayor del 40 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa. Desde el punto de vista de la reducción de la carga ambiental y una alta eficiencia económica, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa concentrada después de la concentración por deshidratación es preferiblemente igual al o menor del 100 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 98 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa.

60 Desde el punto de vista de una concentración por deshidratación económica mediante irradiación con onda ultrasónica, la viscosidad de la disolución acuosa concentrada después de la concentración por deshidratación es, a la temperatura en la irradiación con onda ultrasónica, preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente igual a o menor de 15 mPa·s. Desde el mismo punto de vista que antes, la viscosidad de la disolución acuosa concentrada después de la concentración por deshidratación es, a una temperatura más preferida de 50 °C, preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente igual a o menor de 15 mPa·s.

65 <Etapa de recuperación>

El método para producir la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico según la presente realización puede incluir además una etapa de recuperación de recuperar la disolución acuosa del compuesto orgánico A deshidratada y concentrada en la etapa de concentración por deshidratación.

5 La etapa de recuperación puede realizarse después de la etapa de concentración por deshidratación, puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación, o puede realizarse de manera concurrente con la etapa de ajuste de concentración y la etapa de concentración por deshidratación. Puesto que la etapa de recuperación se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación o con la etapa de ajuste de concentración y la etapa de concentración por deshidratación, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A puede producirse de manera continua. En la etapa de recuperación, la disolución acuosa concentrada puede recuperarse de manera continua o intermitente.

10 Obsérvese que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A recuperada en la etapa de recuperación puede usarse, tal como se describió anteriormente, como la disolución acuosa de alta concentración usada para el ajuste de concentración en la etapa de ajuste de concentración.

15 (Aspectos específicos)

Se describirán aspectos específicos del método para producir la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico según la presente realización.

<Primer aspecto: Operación discontinua>

25 En una operación discontinua (i) del primer aspecto, se usa un atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 1 para mezclar, fuera de un tanque de atomización 11, una disolución acuosa de materia prima que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa de alta concentración que contiene un compuesto orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Alternativamente, se deshidrata y se concentra una disolución acuosa de materia prima para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Luego, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra al tanque de atomización 11 del atomizador ultrasónico 10 (la etapa de ajuste de concentración). El método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración en este último caso implica evaporación de humedad mediante calentamiento. Luego, en el tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia con una onda ultrasónica mediante un oscilador ultrasónico 12 proporcionado en el tanque de atomización 11 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

40 En una operación discontinua (ii) del primer aspecto, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 1. Un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración se suministra al tanque de atomización 11, y luego se añade al mismo una disolución acuosa de materia prima. De esta manera, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Luego, en el tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

50 En una operación discontinua (iii) del primer aspecto, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 1. Se suministra una disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11, y luego se añade al mismo un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración. De esta manera, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Luego, en el tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

60 En cualquiera de las operaciones discontinuas (i) a (iii) del primer aspecto, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación puede descargarse y recuperarse a través de una tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 que se extiende desde el tanque de atomización 11 (la etapa de recuperación).

<Segundo aspecto: Operación semicontinua>

65 [Aspecto 2A]

## Aspecto 2A-(i)

5 En una operación semicontinua (i) del aspecto 2A, se usa un atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para mezclar, fuera de un tanque de atomización 11, una disolución acuosa de materia prima que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa de alta concentración que contiene un compuesto orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Alternativamente, se deshidrata y se concentra una disolución acuosa de materia prima para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Luego, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra directamente al tanque de atomización 11 del atomizador ultrasónico 10 (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). El método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración en este último caso implica evaporación de humedad mediante calentamiento. Independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de una tubería de suministro de materia prima 15 que se extiende desde un tanque de materia prima 14 y que está conectada al tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante un oscilador ultrasónico 12 proporcionado en el tanque de atomización 11 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

25 En el método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, puede mezclarse una disolución acuosa de materia prima, fuera del tanque de materia prima 14, con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa de alta concentración, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración que contiene el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Alternativamente, puede deshidratarse y concentrarse una disolución acuosa de materia prima, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Luego, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede suministrarse al tanque de materia prima 14 y almacenarse en el tanque de materia prima 14 (aspecto 2A-(i)-a). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-a puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser, en el método anterior, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Este último método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración implica evaporación de humedad mediante calentamiento. La disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la misma que la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11.

45 Puede suministrarse un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración al tanque de materia prima 14, y luego se añade una disolución acuosa de materia prima al compuesto orgánico A o la disolución acuosa de alta concentración para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 2A-(i)-b). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-b puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 3 para suministrar la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación al tanque de materia prima 14 a través de una tubería de retorno 16 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada al tanque de materia prima 14 y, por tanto, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A (aspecto 2A-(i)-b').

60 Puede suministrarse una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14, y luego se añade un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración a la disolución acuosa de materia prima para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 2A-(i)-c). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-c puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser la

- 5 disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 3 para suministrar la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación al tanque de materia prima 14 a través de la tubería de retorno 16 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada al tanque de materia prima 14 y, por tanto, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a añadirse a la disolución acuosa de materia prima suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A (aspecto 2A-(i)-c').
- 10 Puede suministrarse una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14, y puede ser deshidratada y concentrada para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 2A-(i)-d). El método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración implica evaporación de humedad mediante calentamiento.
- 15 Tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede prepararse en el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima desde el tanque de materia prima 14 al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15.
- 20 Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4A para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración puede incorporarse a la disolución acuosa de materia prima a través de una tubería de suministro de compuesto orgánico A 17 conectada a la tubería de suministro de materia prima 15 y, por tanto, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 2A-(i)-e). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-e se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación.
- 25
- 30 Puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4B para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación puede incorporarse a la disolución acuosa de materia prima a través de una tubería de retorno 18 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada a la tubería de suministro de materia prima 15 y, por tanto, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 2A-(i)-f). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-f se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. Además, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación se usa como la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima.
- 35
- 40 Puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4C para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa en un elemento de ajuste de concentración 19 proporcionado en la tubería de suministro de materia prima 15 (aspecto 2A-(i)-g). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 2A-(i)-g se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. Además, en el elemento de ajuste de concentración 19, puede usarse la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación para realizar un ajuste de concentración.
- 45
- 50 El elemento de ajuste de concentración 19 puede ser un tanque de atomización en el que se deshidrata y se concentra una disolución acuosa de materia prima mediante atomización ultrasónica. En tal caso, se proporcionan de manera continua tanques de atomización dotados cada uno de un oscilador ultrasónico. Se ajusta la concentración de una disolución acuosa de materia prima en el tanque de atomización aguas arriba que sirve como elemento de ajuste de concentración 19, y se deshidrata y se concentra la disolución acuosa de materia prima de alta concentración cuya concentración se ajusta en el tanque de atomización 11 aguas abajo. El elemento de ajuste de concentración 19 puede ser una unidad distinta de la unidad de concentración por deshidratación que usa atomización ultrasónica, tal como un tanque de calentamiento capaz de evaporar humedad de una disolución acuosa de materia prima mediante calentamiento para deshidratar y concentrar la disolución acuosa de materia prima.
- 55
- 60
- 65 Aspecto 2A-(ii)

En una operación semicontinua (ii) del aspecto 2A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración al tanque de atomización 11. Se añade una disolución acuosa de materia prima al compuesto orgánico A o la disolución acuosa de alta concentración para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). Independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 incluyen los métodos del aspecto 2A-(ii)-a, el aspecto 2A-(ii)-b, el aspecto 2A-(ii)-b', el aspecto 2A-(ii)-c, el aspecto 2A-(ii)-c', el aspecto 2A-(ii)-d, el aspecto 2A-(ii)-e, el aspecto 2A-(ii)-f y el aspecto 2A-(ii)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 2A-(i)-a, el aspecto 2A-(i)-b, el aspecto 2A-(i)-b', el aspecto 2A-(i)-c, el aspecto 2A-(i)-c', el aspecto 2A-(i)-d, el aspecto 2A-(i)-e, el aspecto 2A-(i)-f y el aspecto 2A-(i)-g.

#### Aspecto 2A-(iii)

En una operación semicontinua (iii) del aspecto 2A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11. Se añade un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración a la disolución acuosa de materia prima para ajustar la concentración del compuesto orgánico A para que sea igual al o mayor del 40 % en masa, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). Independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación).

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 incluyen los métodos del aspecto 2A-(iii)-a, el aspecto 2A-(iii)-b, el aspecto 2A-(iii)-b', el aspecto 2A-(iii)-c, el aspecto 2A-(iii)-c', el aspecto 2A-(iii)-d, el aspecto 2A-(iii)-e, el aspecto 2A-(iii)-f y el aspecto 2A-(iii)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 2A-(i)-a, el aspecto 2A-(i)-b, el aspecto 2A-(i)-b', el aspecto 2A-(i)-c, el aspecto 2A-(i)-c', el aspecto 2A-(i)-d, el aspecto 2A-(i)-e, el aspecto 2A-(i)-f y el aspecto 2A-(i)-g.

#### Aspecto 2A-(iv)

En una operación semicontinua (iv) del aspecto 2A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración preparada fuera del tanque de atomización 11 al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 (la etapa de ajuste de concentración). Posteriormente, mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). Por tanto, en la operación semicontinua (iv) del aspecto 2A, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11 es la misma que la disolución acuosa de alta concentración suministrada en la etapa de concentración por deshidratación.

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración incluyen los métodos del aspecto 2A-(iv)-a, el aspecto 2A-(iv)-b, el aspecto 2A-(iv)-c, el aspecto 2A-(iv)-d, el aspecto 2A-(iv)-e y el aspecto 2A-(iv)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 2A-(i)-a, el aspecto 2A-(i)-b, el aspecto 2A-(i)-c, el aspecto 2A-(i)-d, el aspecto 2A-(i)-e y el aspecto 2A-(i)-g. En el caso en el que la etapa de ajuste de concentración

y la etapa de concentración por deshidratación se realizan de manera concurrente entre sí, pueden emplearse los métodos del aspecto 2A-(iv)-b', el aspecto 2A-(iv)-c' y el aspecto 2A-(iv)-f que corresponden, respectivamente, al aspecto 2A-(i)-b', el aspecto 2A-(i)-c' y el aspecto 2A-(i)-f que son los aspectos en los que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación se usa como la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima.

En cualquiera de las operaciones semicontinuas (i) a (iv) del aspecto 2A, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación puede descargarse y recuperarse a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 que se extiende desde el tanque de atomización 11 (la etapa de recuperación).

[Aspecto 2B]

En una operación semicontinua del aspecto 2B, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 2, y se almacena un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración que contiene un compuesto orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa en el tanque de atomización 11. Mientras que una disolución acuosa de materia prima almacenada en el tanque de materia prima 14 y que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15 que se extiende desde el tanque de materia prima 14 y que está conectada al tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima y la disolución acuosa de alta concentración se mezclan conjuntamente, en el tanque de atomización 11, para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras tanto, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 proporcionado en el tanque de atomización 11 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). En este punto, se controla la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de materia prima que va a suministrarse de tal manera que la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el tanque de atomización 11 se vuelve igual al o mayor del 40 % en masa.

En la operación semicontinua del aspecto 2B, la etapa de ajuste de concentración y la etapa de concentración por deshidratación se realizan de manera concurrente entre sí en el tanque de atomización 11. En este punto, en el tanque de atomización 11, aumenta la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración debido a la concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica. Por tanto, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el tanque de atomización 11 puede mantenerse alta de tal manera que disminuye la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de materia prima que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15. La concentración de la disolución acuosa de alta concentración puede ajustarse inicialmente en el tanque de atomización 11. Sin embargo, desde el punto de vista de acortar el tiempo de operación, se prefiere que un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración cuya concentración se ajusta fuera del atomizador ultrasónico 10 se suministre al tanque de atomización 11.

En la operación semicontinua del aspecto 2B, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación puede descargarse y recuperarse a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 que se extiende desde el tanque de atomización 11 (la etapa de recuperación).

<Tercer aspecto: Operación continua>

[Aspecto 3A]

Aspecto 3A-(i)

En una operación continua (i) del aspecto 3A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para mezclar, fuera del tanque de atomización 11, una disolución acuosa de materia prima que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa de alta concentración que contiene un compuesto orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Alternativamente, se deshidrata y se concentra una disolución acuosa de materia prima para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Luego, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra directamente al tanque de atomización 11 del atomizador ultrasónico 10 (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). El método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración en este último caso implica evaporación de humedad mediante calentamiento. Luego, independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia

prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15 que se extiende desde el tanque de materia prima 14 y que está conectada al tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 proporcionado en el tanque de atomización 11 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). La disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación se descarga y recupera de manera continua o intermitente a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 que se extiende desde el tanque de atomización 11 (la etapa de recuperación).

En el método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, puede mezclarse una disolución acuosa de materia prima, fuera del tanque de materia prima 14, con un compuesto orgánico A o con una disolución acuosa de alta concentración, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Alternativamente, puede deshidratarse y concentrarse una disolución acuosa de materia prima, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa. Luego, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede suministrarse al tanque de materia prima 14 y almacenarse en el tanque de materia prima 14 (aspecto 3A-(i)-a). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-a puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser, en el método anterior, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Este último método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración implica evaporación de humedad mediante calentamiento. La disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la misma que la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11.

Puede suministrarse un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración al tanque de materia prima 14, y luego se añade una disolución acuosa de materia prima al compuesto orgánico A o la disolución acuosa de alta concentración para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 3A-(i)-b). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-b puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 3 para suministrar la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación al tanque de materia prima 14 a través de la tubería de retorno 16 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada al tanque de materia prima 14 y, por tanto, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A (aspecto 3A-(i)-b').

Puede suministrarse una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14, y luego se añade un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración a la disolución acuosa de materia prima para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 3A-(i)-c). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-c puede realizarse de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. En tal caso, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación. Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 3 para suministrar la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación al tanque de materia prima 14 a través de la tubería de retorno 16 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada al tanque de materia prima 14 y, por tanto, parte o la totalidad de la disolución acuosa de alta concentración que va a añadirse a la disolución acuosa de materia prima suministrada al tanque de materia prima 14 puede ser la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A (aspecto 3A-(i)-c').

Puede suministrarse una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14, y puede ser deshidratada y concentrada para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 3A-

(i)-d). El método de concentración por deshidratación para el ajuste de concentración implica evaporación de humedad mediante calentamiento.

5 Tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración puede prepararse en el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima desde el tanque de materia prima 14 al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15.

10 Por ejemplo, puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4A para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración puede incorporarse a la disolución acuosa de materia prima a través de la tubería de suministro de compuesto orgánico A 17 conectada a la tubería de suministro de materia prima 15 y, por tanto, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (Aspecto 3A-(i)-e). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-e se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación.

20 Puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4B para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación puede incorporarse a la disolución acuosa de materia prima a través de la tubería de retorno 18 que se ramifica a partir de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 y que está conectada a la tubería de suministro de materia prima 15 y, por tanto, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (aspecto 3A-(i)-f). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-f se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. Además, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación se usa como la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa de materia prima.

35 Puede usarse el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 4C para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de materia prima 14. En el transcurso del suministro de la disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15, puede prepararse una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga un compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa en el elemento de ajuste de concentración 19 proporcionado en la tubería de suministro de materia prima 15 (Aspecto 3A-(i)-g). La etapa de ajuste de concentración de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el aspecto 3A-(i)-g se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación. Además, en el elemento de ajuste de concentración 19, la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación puede usarse para realizar un ajuste de concentración.

45 El elemento de ajuste de concentración 19 puede ser un tanque de atomización en el que se deshidrata y se concentra una disolución acuosa de materia prima mediante atomización ultrasónica. En tal caso, se proporcionan de manera continua tanques de atomización dotados cada uno de un oscilador ultrasónico. Se ajusta la concentración de una disolución acuosa de materia prima en el tanque de atomización aguas arriba que sirve como elemento de ajuste de concentración 19, y se deshidrata y se concentra la disolución acuosa de materia prima de alta concentración cuya concentración se ajusta en el tanque de atomización 11 aguas abajo. El elemento de ajuste de concentración 19 puede ser una unidad distinta de la unidad de concentración por deshidratación que usa atomización ultrasónica, tal como un tanque de calentamiento capaz de evaporar humedad de una disolución acuosa de materia prima mediante calentamiento para deshidratar y concentrar la disolución acuosa de materia prima.

55 Aspecto 3A-(ii)

60 En una operación continua (ii) del aspecto 3A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración al tanque de atomización 11. Se añade una disolución acuosa de materia prima al compuesto orgánico A o la disolución acuosa de alta concentración para preparar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). Independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima

15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). La disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación se descarga y recupera de manera continua o intermitente a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 (la etapa de recuperación).

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 incluyen los métodos del aspecto 3A-(ii)-a, el aspecto 3A-(ii)-b, el aspecto 3A-(ii)-b', el aspecto 3A-(ii)-c, el aspecto 3A-(ii)-c', el aspecto 3A-(ii)-d, el aspecto 3A-(ii)-e, el aspecto 3A-(ii)-f y el aspecto 3A-(ii)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 3A-(i)-a, el aspecto 3A-(i)-b, el aspecto 3A-(i)-b', el aspecto 3A-(i)-c, el aspecto 3A-(i)-c', el aspecto 3A-(i)-d, el aspecto 3A-(i)-e, el aspecto 3A-(i)-f y el aspecto 3A-(i)-g.

#### Aspecto 3A-(iii)

En una operación continua (iii) del aspecto 3A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar una disolución acuosa de materia prima al tanque de atomización 11. Se añade un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración a la disolución acuosa de materia prima para ajustar la concentración del compuesto orgánico A para que sea igual al o mayor del 40 % en masa, preparando de ese modo una disolución acuosa de materia prima de alta concentración (la fase inicial de la etapa de ajuste de concentración). Independientemente de la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11, se prepara una disolución acuosa de materia prima de alta concentración de tal manera que se ajusta una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). La disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación se descarga y recupera de manera continua o intermitente a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 (la etapa de recuperación).

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 incluyen los métodos del aspecto 3A-(iii)-a, el aspecto 3A-(iii)-b, el aspecto 3A-(iii)-b', el aspecto 3A-(iii)-c, el aspecto 3A-(iii)-c', el aspecto 3A-(iii)-d, el aspecto 3A-(iii)-e, el aspecto 3A-(iii)-f y el aspecto 3A-(iii)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 3A-(i)-a, el aspecto 3A-(i)-b, el aspecto 3A-(i)-b', el aspecto 3A-(i)-c, el aspecto 3A-(i)-c', el aspecto 3A-(i)-d, el aspecto 3A-(i)-e, el aspecto 3A-(i)-f y el aspecto 3A-(i)-g.

#### Aspecto 3A-(iv)

En una operación continua (iv) del aspecto 3A, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en las figuras 2 a 4 para suministrar una disolución acuosa de materia prima de alta concentración preparada fuera del tanque de atomización 11 al tanque de atomización 11 a través de la tubería de suministro de materia prima 15 (la etapa de ajuste de concentración). Posteriormente, mientras que tal disolución acuosa de materia prima de alta concentración se suministra de manera continua o intermitente a través de la tubería de suministro de materia prima 15, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se irradia, en el tanque de atomización 11, con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). Por tanto, en la operación continua (iv) del aspecto 3A, la disolución acuosa de materia prima de alta concentración suministrada inicialmente al tanque de atomización 11 es la misma que la disolución acuosa de alta concentración suministrada en la etapa de concentración por deshidratación. La disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación se descarga y recupera de manera continua o intermitente a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13 (la etapa de recuperación).

Los ejemplos del método para preparar la disolución acuosa de materia prima de alta concentración incluyen los métodos del aspecto 3A-(iv)-a, el aspecto 3A-(iv)-b, el aspecto 3A-(iv)-c, el aspecto 3A-(iv)-d, el aspecto 3A-(iv)-e y el aspecto 3A-(iv)-g que corresponden, respectivamente, al aspecto 3A-(i)-a, el aspecto 3A-(i)-b, el aspecto 3A-(i)-c, el aspecto 3A-(i)-d, el aspecto 3A-(i)-e y el aspecto 3A-(i)-g. En el caso en el que la etapa de ajuste de concentración y la etapa de concentración por deshidratación se realizan de manera concurrente entre sí en un estado estacionario, pueden emplearse los métodos del aspecto 3A-(iv)-b', el aspecto 3A-(iv)-c' y el aspecto 3A-(iv)-f que corresponden, respectivamente, al aspecto 3A-(i)-b', el aspecto 3A-(i)-c' y el aspecto 3A-(i)-f que son los aspectos en los que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico A formada en la etapa de concentración por deshidratación se usa como la disolución acuosa de alta concentración que va a mezclarse con la disolución acuosa

de materia prima.

[Aspecto 3B]

5 En una operación continua del aspecto 3B, se usa el atomizador ultrasónico 10 ilustrado en la figura 2, y se  
 almacena un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta concentración que contiene un compuesto  
 orgánico A a una concentración mayor del 40 % en masa en el tanque de atomización 11. Mientras que una  
 disolución acuosa de materia prima almacenada en el tanque de materia prima 14 y que contiene un compuesto  
 orgánico A a una concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a través  
 10 de la tubería de suministro de materia prima 15 que se extiende desde el tanque de materia prima 14 y que está  
 conectada al tanque de atomización 11, la disolución acuosa de materia prima y la disolución acuosa de alta  
 concentración se mezclan conjuntamente, en el tanque de atomización 11, para preparar una disolución acuosa de  
 materia prima de alta concentración ajustada para que contenga el compuesto orgánico A a una concentración igual  
 al o mayor del 40 % en masa (la etapa de ajuste de concentración). Mientras tanto, la disolución acuosa de materia  
 15 prima de alta concentración se irradia con una onda ultrasónica mediante el oscilador ultrasónico 12 proporcionado  
 en el tanque de atomización 11 para atomizar agua. Como resultado, la disolución acuosa de materia prima de alta  
 concentración se deshidrata y se concentra (la etapa de concentración por deshidratación). La disolución acuosa  
 concentrada del compuesto orgánico A formada después de la concentración por deshidratación se descarga y  
 recupera de manera continua o intermitente a través de la tubería de descarga de disolución acuosa concentrada 13  
 20 que se extiende desde el tanque de atomización 11 (la etapa de recuperación). En este punto, se controlan la  
 velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de materia prima que va a suministrarse y la velocidad de  
 flujo de recuperación de la disolución acuosa concentrada que va a recuperarse de tal manera que la concentración  
 del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta concentración en el tanque de  
 atomización 11 se vuelve igual al o mayor del 40 % en masa.

25 En la operación continua del aspecto 3B, la etapa de ajuste de concentración y la etapa de concentración por  
 deshidratación se realizan de manera concurrente entre sí en el tanque de atomización 11. En este punto, en el  
 tanque de atomización 11, aumenta la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia  
 prima de alta concentración debido a la concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica.  
 30 Por tanto, la concentración del compuesto orgánico A en la disolución acuosa de materia prima de alta  
 concentración en el tanque de atomización 11 puede mantenerse alta de tal manera que disminuye la velocidad de  
 flujo de suministro de la disolución acuosa de materia prima que va a suministrarse al tanque de atomización 11 a  
 través de la tubería de suministro de materia prima 15. La concentración de la disolución acuosa de alta  
 concentración puede ajustarse inicialmente en el tanque de atomización 11. Sin embargo, desde el punto de vista de  
 35 acortar el tiempo de operación, se prefiere que un compuesto orgánico A o una disolución acuosa de alta  
 concentración cuya concentración se ajusta fuera del atomizador ultrasónico 10 se suministre al tanque de  
 atomización 11.

40 Con respecto a la realización anterior, se describirán adicionalmente tal como sigue el método de producción de la  
 disolución acuosa concentrada y la etapa de concentración de la misma.

<1> El método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico, que incluye una etapa  
 de ajuste de concentración de ajustar una disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una  
 45 concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o  
 mayor del 40 % en masa, teniendo el compuesto orgánico dos o más grupos hidrófilos en una molécula; y una etapa  
 de concentración por deshidratación de irradiar la disolución acuosa cuya concentración de compuesto orgánico se  
 ajusta para que sea igual al o mayor del 40 % en masa en la etapa de ajuste de concentración con una onda  
 ultrasónica para atomizar agua.

50 <2> El método de <1>, en el que la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa de materia prima  
 es preferiblemente igual al o menor del 35 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 30 % en masa,  
 mucho más preferiblemente igual al o menor del 25 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o  
 menor del 20 % en masa, y es igual al o mayor del 0,1 % en masa, preferiblemente igual al o mayor del 0,5 % en  
 masa, más preferiblemente igual al o mayor del 1 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 3 %  
 55 en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o mayor del 5 % en masa.

<3> El método de <1> o <2>, en el que la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa cuya  
 concentración se ajusta en la etapa de ajuste de concentración es preferiblemente igual al o mayor del 45 % en  
 masa, más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o mayor del  
 60 60 % en masa, y es igual al o menor del 99 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa, más  
 preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa,  
 y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.

<4> El método de uno cualquiera de <1> a <3>, en el que el ajuste de concentración en la etapa de ajuste de  
 65 concentración se realiza de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una  
 concentración menor del 40 % en masa se mezcla con el compuesto orgánico o una disolución acuosa que contiene

- 5 el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa, y la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se mezcla con el compuesto orgánico o la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa, preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa y a una concentración igual al o menor del 99 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.
- 10 <5> El método de uno cualquiera de <1> a <4>, que incluye además una etapa de recuperación de recuperar la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico formada mediante concentración por deshidratación en la etapa de concentración por deshidratación.
- 15 <6> El método de uno cualquiera de <1> a <5>, en el que el ajuste de concentración en la etapa de ajuste de concentración se realiza en un atomizador ultrasónico que incluye un tanque de atomización dotado de un oscilador ultrasónico.
- 20 <7> El método de uno cualquiera de <1> a <6>, en el que, en la etapa de ajuste de concentración, la disolución acuosa cuya concentración de compuesto orgánico se ajusta para que sea igual al o mayor del 40 % en masa se suministra al tanque de atomización dotado del oscilador ultrasónico.
- 25 <8> El método de uno cualquiera de <1> a <7>, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación discontinua.
- 30 <9> El método de uno cualquiera de <1> a <7>, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación semicontinua en el que la disolución acuosa formada, en la etapa de ajuste de concentración, de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se ajusta para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación.
- 35 <10> El método de uno cualquiera de <1> a <7>, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación continua en la que la disolución acuosa formada, en la etapa de ajuste de concentración, de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se ajusta para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, y la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se recupera de manera continua o intermitente.
- 40 <11> El método de <9> o <10>, en el que el ajuste de concentración de la etapa de ajuste de concentración para la disolución acuosa que va a suministrarse de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se mezcla con la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa, preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa y a una concentración igual al o menor del 99 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.
- 50 <12> El método de <11>, en el que parte o la totalidad de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa es la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico formada mediante concentración por deshidratación en la etapa de concentración por deshidratación.
- 55 <13> El método de uno cualquiera de <1> a <7>, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación semicontinua en la que, mientras que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, la etapa de ajuste de concentración se realiza de tal manera que se controla la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa de tal manera que la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse contiene el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa.
- 60 <14> El método de uno cualquiera de <1> a <7>, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación continua en la que, mientras que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente
- 65

- 5 a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, y la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico formada mediante concentración por deshidratación en la etapa de concentración por deshidratación se recupera de manera continua o intermitente, la etapa de ajuste de concentración se realiza de tal manera que se controlan la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa y la velocidad de flujo de recuperación de la disolución acuosa concentrada de tal manera que la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse contiene el compuesto orgánico a la concentración igual al o mayor del 40 % en masa.
- 10 <15> El método de uno cualquiera de <1> a <14>, en el que, en la etapa de concentración por deshidratación, la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa en la irradiación con onda ultrasónica es preferiblemente igual al o mayor del 40 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa, y es preferiblemente igual al o menor del 99 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 15 90 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 80 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 70 % en masa.
- 20 <16> El método de uno cualquiera de <1> a <15>, en el que, en la etapa de concentración por deshidratación, la concentración del compuesto orgánico en las gotas de líquido atomizadas es igual al o menor del 5 % en masa, preferiblemente igual al o menor del 3 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 1 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o menor del 0,5 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o menor del 0,25 % en masa.
- 25 <17> El método de uno cualquiera de <1> a <16>, en el que, en la etapa de concentración por deshidratación, la viscosidad de la disolución acuosa en la irradiación con onda ultrasónica es preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente igual a o menor de 15 mPa·s.
- 30 <18> El método de uno cualquiera de <1> a <17>, en el que, en la etapa de concentración por deshidratación, la concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa concentrada después de la concentración por deshidratación es preferiblemente igual al o mayor del 40 % en masa, más preferiblemente igual al o mayor del 45 % en masa, mucho más preferiblemente igual al o mayor del 50 % en masa, y todavía mucho más preferiblemente igual al o mayor del 60 % en masa, y es preferiblemente igual al o menor del 100 % en masa, más preferiblemente igual al o menor del 98 % en masa, y mucho más preferiblemente igual al o menor del 95 % en masa.
- 35 <19> El método de uno cualquiera de <1> a <18>, en el que, en la etapa de concentración por deshidratación, la viscosidad de la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico después de la concentración por deshidratación es preferiblemente igual a o menor de 25 mPa·s, más preferiblemente igual a o menor de 20 mPa·s, y mucho más preferiblemente de 15 mPa·s.
- 40 <20> El método de uno cualquiera de <1> a <19>, en el que la temperatura de la disolución acuosa irradiada con la onda ultrasónica en la etapa de concentración por deshidratación es preferiblemente igual a o mayor de 10 °C, más preferiblemente igual a o mayor de 20 °C, mucho más preferiblemente igual a o mayor de 30 °C, y todavía mucho más preferiblemente igual a o mayor de 40 °C, y es preferiblemente igual a o menor de 100 °C, más preferiblemente igual a o menor de 90 °C, mucho más preferiblemente igual a o menor de 80 °C, todavía mucho más preferiblemente igual a o menor de 70 °C.
- 45 <21> El método de <20>, en el que la temperatura de la disolución acuosa irradiada con la onda ultrasónica en la etapa de concentración por deshidratación es igual a o mayor de 50 °C e igual a o menor de 100 °C.
- 50 <22> El método de uno cualquiera de <1> a <21>, en el que la frecuencia de las vibraciones ultrasónicas aplicadas a la disolución acuosa en la etapa de concentración por deshidratación es preferiblemente igual a o mayor de 20 kHz, y más preferiblemente igual a o mayor de 1 MHz, y es preferiblemente igual a o menor de 10 MHz, y más preferiblemente igual a o menor de 5 MHz.
- 55 <23> El método de uno cualquiera de <1> a <22>, en el que el compuesto orgánico tiene, como los grupos hidrófilos, uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo carbonilo, un grupo éster, un grupo acetal, un grupo hemiacetal, un grupo éter, un grupo amino, un grupo amonio, un grupo amida, un grupo sulfonato, un grupo éster sulfato, un grupo fosfonato, un grupo fosfato, o un grupo ureido, preferiblemente tiene uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo carbonilo, un grupo acetal, un grupo hemiacetal, un grupo amino, un grupo amonio, un grupo sulfonato, un grupo éster sulfato, un grupo fosfonato, o un grupo fosfato, más preferiblemente tiene uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo, un grupo carbonilo, un grupo acetal, un grupo hemiacetal, un grupo amino, o un grupo sulfonato, y mucho más preferiblemente tiene uno o más elegidos del grupo que consiste en un grupo hidroxilo o un grupo carboxilo.
- 65

<24> El método de <23>, en el que el compuesto orgánico contiene poliol.

<25> El método de <24>, en el que el poliol que es el compuesto orgánico es uno o más elegidos del grupo que consiste en dioles que tienen, cada uno, dos grupos hidroxilo en una molécula, trioles que tienen, cada uno, tres grupos hidroxilo en una molécula, tetraoles que tienen, cada uno, cuatro grupos hidroxilo en una molécula, o azúcares.

<26> El método de uno cualquiera de <23> a <25>, en el que el compuesto orgánico contiene un compuesto orgánico que tiene un grupo carboxilo.

<27> El método de <26>, en el que el compuesto orgánico que tiene el grupo carboxilo es uno o más elegidos del grupo que consiste en ácido carboxílico polivalente que tiene dos o más grupos carboxilo en una molécula, hidroxiaácido que tiene un grupo hidroxilo y un grupo carboxilo en una molécula, o aminoácido que tiene un grupo carboxilo y un grupo amino en una molécula.

<28> El método de uno cualquiera de <1> a <27>, en el que la molécula del compuesto orgánico tiene preferiblemente dos o más átomos de carbono y más preferiblemente tres o más átomos de carbono, y tiene preferiblemente 22 o menos átomos de carbono, más preferiblemente 12 o menos átomos de carbono, y mucho más preferiblemente seis átomos de carbono.

<29> El método de uno cualquiera de <1> a <28>, en el que el peso molecular del compuesto orgánico es preferiblemente igual a o mayor de 50, más preferiblemente igual a o mayor de 60, y mucho más preferiblemente igual a o mayor de 70, y es preferiblemente igual a o menor de 400, igual a o menor de 300, e igual a o menor de 200.

<30> El método de uno cualquiera de <1> a <29>, en el que el número de grupos hidrófilos en la molécula del compuesto orgánico es preferiblemente igual a o menor de 10, más preferiblemente igual a o menor de ocho, mucho más preferiblemente igual a o menor de cinco, y todavía mucho más preferiblemente igual a o menor de tres.

<31> El método de uno cualquiera de <1> a <30>, en el que el compuesto orgánico es un compuesto orgánico en el que una pluralidad de grupos hidrófilos se une al mismo átomo de carbono, o un compuesto orgánico en el que una pluralidad de grupos hidrófilos se une, respectivamente, a átomos de carbono adyacentes.

<32> El método de uno cualquiera de <1> a <31>, en el que el grado de la solubilidad del compuesto orgánico en 100 g de agua a 25 °C es preferiblemente igual a o mayor de 67 g, más preferiblemente igual a o mayor de 100 g, y mucho más preferiblemente igual a o mayor de 150 g.

<33> Un método de concentración por deshidratación que incluye la etapa de ajustar una disolución acuosa que contiene un compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa, teniendo el compuesto orgánico dos o más grupos hidrófilos en una molécula; y la etapa de irradiar la disolución acuosa cuya concentración de compuesto orgánico se ajusta para que sea igual al o mayor del 40 % en masa con una onda ultrasónica para atomizar agua.

### Ejemplos

(Método de análisis)

[Condiciones de medición para la cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC)]

Se midió la concentración de un compuesto orgánico en una disolución acuosa de compuesto orgánico de la que se tomaron muestras, usando HPLC. Las condiciones de análisis para HPLC fueron las siguientes:

Nombre del dispositivo: LaChrom Elite (fabricado por Hitachi High-Technologies Corporation);

Columna: ICSep ICE-ION-300;

Eluyente: ácido sulfúrico 0,0085 N a 0,4 ml/min;

Detector: RI (L-2490 fabricado por Hitachi High-Technologies Corporation);

Temperatura de columna: 40 °C;

Cantidad de líquido que va a administrarse: 20 µl; y

Tiempo de espera: 40 min.

(Atomizador ultrasónico para el experimento)

La figura 5 ilustra un atomizador ultrasónico experimental 20 usado para el siguiente experimento.

5 El atomizador ultrasónico experimental 20 incluye un tanque de atomización 21 dotado de un mecanismo de control de temperatura. Se proporciona un oscilador ultrasónico 22 (que tiene una frecuencia de oscilación de 2,4 MHz y una salida de 30 W) en el tanque de atomización 21. Una tubería de suministro de materia prima 25 que se extiende desde un tanque de materia prima 24 se incorpora a la parte inferior del tanque de atomización 21. Una tubería de retorno 26 dotada de una bomba de suministro de líquido que no se muestra en la figura se extiende desde la parte inferior del tanque de atomización 21, y se incorpora al tanque de materia prima 24. Por tanto, circula una disolución acuosa entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26. Una tubería de suministro de gas portador 27 que se extiende desde una fuente de gas que no se muestra en la figura se incorpora a la parte superior del tanque de atomización 21. Una tubería de recogida de neblina 28 se extiende desde la parte superior del tanque de atomización 21, y se incorpora a un colector de neblina 29.

(Primer experimento)

<Primer ejemplo>

20 Se añadió glicerol (el número de átomos de carbono: 3, el peso molecular: 92 y el número de grupos hidrófilos: 3) a una disolución acuosa de glicerol que contenía glicerol a una concentración del 20,7 % en masa para ajustar la concentración de glicerol de la disolución resultante al 48 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 48 % en masa, de 841 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de glicerol, cuya temperatura se controló para que fuese de 60 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 9,0 horas en la operación discontinua. Luego, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Segundo ejemplo>

35 Se añadió glicerol a una disolución acuosa de glicerol que contenía glicerol a una concentración del 10,1 % en masa para ajustar la concentración de glicerol de la disolución resultante al 59 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 59 % en masa, de 804 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de glicerol, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 2,5 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Tercer ejemplo>

50 Se añadió ácido láctico (el número de átomos de carbono: 3, el peso molecular: 90 y el número de grupos hidrófilos: 2) a una disolución acuosa de ácido láctico que contenía ácido láctico a una concentración del 5,00 % en masa para ajustar la concentración de ácido láctico de la disolución resultante al 44 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de ácido láctico, cuya concentración se ajustó para que fuese del 44 % en masa, de 805 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de ácido láctico, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 6,0 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de ácido láctico en las gotas de líquido y la concentración de ácido láctico en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Cuarto ejemplo>

60 Se añadió glucosa (el número de átomos de carbono: 6, el peso molecular: 180 y el número de grupos hidrófilos: 5) a una disolución acuosa de disolución acuosa de glucosa que contenía glucosa a una concentración del 5,00 % en masa para ajustar la concentración de glucosa de la disolución resultante al 62 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de glucosa, cuya concentración se ajustó para que fuese del 62 % en masa, de 800 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa

de glucosa, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,0 hora en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glucosa en las gotas de líquido y la concentración de glucosa en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Quinto ejemplo>

En primer lugar, se añadió 1,2-propanodiol (el número de átomos de carbono: 3, el peso molecular: 76 y el número de grupos hidrófilos: 2) a una disolución acuosa de 1,2-propanodiol que contenía 1,2-propanodiol a una concentración del 5,00 % en masa para ajustar la concentración de 1,2-propanodiol de la disolución resultante al 51 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de 1,2-propanodiol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 51 % en masa, de 504 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de 1,2-propanodiol, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,5 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de 1,2-propanodiol en las gotas de líquido y la concentración de 1,2-propanodiol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Sexto ejemplo>

Se añadió xilosa (el número de átomos de carbono: 5, el peso molecular: 150 y el número de grupos hidrófilos: 4) a una disolución acuosa de xilosa que contenía xilosa a una concentración del 5,00 % en masa para ajustar la concentración de xilosa de la disolución resultante al 42 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de xilosa, cuya concentración se ajustó para que fuese del 42 % en masa, de 801 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de xilosa, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,4 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de xilosa en las gotas de líquido y la concentración de xilosa en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Séptimo ejemplo>

Se añadió hidroximetilfurfural (el número de átomos de carbono: 6, el peso molecular: 126 y el número de grupos hidrófilos: 3) a una disolución acuosa de hidroximetilfurfural que contenía hidroximetilfurfural a una concentración del 5,00 % en masa para ajustar la concentración de hidroximetilfurfural de la disolución resultante al 51 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de hidroximetilfurfural, cuya concentración se ajustó para que fuese del 51 % en masa, de 600 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de hidroximetilfurfural, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,5 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de hidroximetilfurfural en las gotas de líquido y la concentración de hidroximetilfurfural en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Primer ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de glicerol, que contenía glicerol a una concentración del 22 % en masa, de 801 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico 20 experimental. Mientras que circulaba la disolución acuosa de glicerol, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 2,3 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Segundo ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de ácido láctico, que contenía ácido láctico a una concentración del 4,8 % en masa, de 857 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la

disolución acuosa de ácido láctico, cuya temperatura se controló para que fuese de 70 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización a 21 través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,7 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de ácido láctico en las gotas de líquido, y la concentración de ácido láctico en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Tercer ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de ácido láctico, que contenía ácido láctico a una concentración del 20 % en masa, de 701 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de ácido láctico, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 2,0 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de ácido láctico en las gotas de líquido, y la concentración de ácido láctico en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Cuarto ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de glucosa, que contenía glucosa a una concentración del 20 % en masa, de 801 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de glucosa, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,9 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glucosa en las gotas de líquido, y la concentración de glucosa en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Quinto ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de glicerol, que contenía glicerol a una concentración del 30 % en masa, de 801 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de glicerol, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,3 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido, y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Sexto ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de 1,2-propanodiol, que contenía 1,2-propanodiol a una concentración del 31 % en masa, de 402 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de 1,2-propanodiol, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,4 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de 1,2-propanodiol en las gotas de líquido, y la concentración de 1,2-propanodiol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Séptimo ejemplo comparativo>

Se suministró una disolución acuosa de xilosa, que contenía xilosa a una concentración del 30 % en masa, de 802 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20. Mientras que circulaba la disolución acuosa de xilosa, cuya temperatura se controló para que fuese de 50 °C, entre el tanque de materia prima 24 y el tanque de atomización 21 a través de la tubería de suministro de materia prima 25 y la tubería de retorno 26, se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 0,5 horas en la operación discontinua. Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de xilosa en las gotas de líquido, y la concentración de xilosa en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

(Primeros resultados experimentales)

Las tablas 1 y 2 muestran los resultados del experimento anterior.

[Tabla 1]

Operación	Ejemplos						
	1	2	3	4	5	6	7
Compuesto orgánico A	Discontinua Glicerol	Discontinua Glicerol	Discontinua Ácido láctico	Discontinua Glucosa	Discontinua 1,2-propanodiol	Discontinua Xilosa	Discontinua Hidroximetil-furfural
Temperatura de disolución acuosa en atomización (°C)	60	50	50	50	50	50	50
Tiempo de atomización (h)	9,0	2,5	6,0	1,0	0,5	0,4	1,5
Cantidad de disolución acuosa suministrada (g)	841	804	805	800	504	801	600
Concentración de A en disolución acuosa (% en masa)	48	59	44	62	51	42	51
Cantidad de gotas de líquido recogidas como neblina (g)	413	83,8	414	54,8	27,4	73,0	58,2
Concentración de A en gotas de líquido recogidas (% en masa)	0,19	0	0,64	0	0,91	0,91	0,11
Concentración de A en disolución acuosa concentrada (% en masa)	93	66	83	67	55	49	58

[Tabla 2]

Operación	Ejemplos comparativos						
	1	2	3	4	5	6	7
Compuesto orgánico A	Discontinua Glicerol	Discontinua Ácido láctico	Discontinua Ácido láctico	Discontinua Glucosa	Discontinua Glicerol	Discontinua 1,2-propanodiol	Discontinua Xilosa
Temperatura de disolución acuosa en atomización (°C)	50	70	50	50	50	50	50
Tiempo de atomización (h)	2,3	1,7	2,0	0,9	0,3	0,4	0,5
Cantidad de disolución acuosa suministrada (g)	801	857	701	801	801	402	802
Concentración de A en disolución acuosa (% en masa)	22	4,8	20	20	30	31	30
Cantidad de gotas de líquido recogidas como neblina (g)	434	444	311	110	51,0	41,0	86,0
Concentración de A en gotas de líquido recogidas (% en masa)	8,8	2,4	12	6,8	4,2	3,1	3,0
Concentración de A en disolución acuosa concentrada (% en masa)	36	8,2	26	24	32	34	34

La cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29 era de 413 g en el primer ejemplo, 83,8 g en el segundo ejemplo, 414 g en el tercer ejemplo, 54,8 g en el cuarto ejemplo, 27,4 g en el quinto ejemplo, 73,0 g en el sexto ejemplo, 58,2 g en el séptimo ejemplo, 434 g en el primer ejemplo comparativo, 444 g en el segundo ejemplo comparativo, 311 g en tercer ejemplo comparativo, 110 g en el cuarto ejemplo comparativo, 51,0 g en el quinto ejemplo comparativo, 41,0 g en el sexto ejemplo comparativo, y 86,0 g en el séptimo ejemplo comparativo.

La concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29 era una concentración de glicerol del 0,19 % en masa en el primer ejemplo, una concentración de glicerol del 0 % en masa en el segundo ejemplo, una concentración de ácido láctico del 0,64 % en masa en el tercer ejemplo, una concentración de glucosa del 0 % en masa en el cuarto ejemplo, una concentración de 1,2-propanodiol del 0,91 % en masa en el quinto ejemplo, una concentración de xilosa del 0,91 % en masa en el sexto ejemplo, una concentración de hidroximetilfurfural del 0,11 % en masa en el séptimo ejemplo, una concentración de glicerol del 8,8 % en masa en el primer ejemplo comparativo, una concentración de ácido láctico del 2,4 % en masa en el segundo ejemplo comparativo, una concentración de ácido láctico del 12 % en masa en el tercer ejemplo comparativo, una concentración de glucosa del 6,8 % en masa en el cuarto ejemplo comparativo, una concentración de glicerol del 4,2 % en masa en el quinto ejemplo comparativo, una concentración de 1,2-propanodiol del 3,1 % en masa en el sexto ejemplo comparativo y una concentración de xilosa del 3,0 % en masa en el séptimo ejemplo comparativo.

La concentración del compuesto orgánico en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21 era una concentración de glicerol del 93 % en masa en el primer ejemplo, una concentración de glicerol del 66 % en masa en el segundo ejemplo, una concentración de ácido láctico del 83 % en masa en el tercer ejemplo, una concentración de glucosa del 67 % en masa en el cuarto ejemplo, una concentración de 1,2-propanodiol del 55 % en masa en el quinto ejemplo, una concentración de xilosa del 49 % en masa en el sexto ejemplo, una concentración de hidroximetilfurfural del 58 % en masa en el séptimo ejemplo, una concentración de glicerol del 36 % en masa en el primer ejemplo comparativo, una concentración de ácido láctico del 8,2 % en masa en el segundo ejemplo comparativo, una concentración de ácido láctico del 26 % en masa en el tercer ejemplo comparativo, una concentración de glucosa del 24 % en masa en el cuarto ejemplo comparativo, una concentración de glicerol del 32 % en masa en el quinto ejemplo comparativo, una concentración de 1,2-propanodiol del 34 % en masa en el sexto ejemplo comparativo y una concentración de xilosa del 34 % en masa en el séptimo ejemplo comparativo.

Tal como puede observarse a partir de las tablas 1 y 2, los ejemplos primero a séptimo muestran una menor concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de líquido recogidas en comparación con la que hay en los ejemplos comparativos primero a séptimo. Por tanto, la disolución acuosa del compuesto orgánico se deshidrata y se concentra de manera eficiente en el tanque de atomización 21. Es decir, puede potenciarse la eficiencia de deshidratación por energía en la irradiación con onda ultrasónica.

(Segundo experimento)

<Octavo ejemplo>

Se añadió glicerol a una disolución acuosa de glicerol que contenía glicerol a una concentración del 20 % en masa para ajustar la concentración de glicerol de la disolución resultante al 60 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 60 % en masa, de 300 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20, y se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 60 % en masa, de 200 g al tanque de atomización 21. Se controló la temperatura de la disolución acuosa de glicerol para que fuese de 50 °C, y se ajusta la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de glicerol que va a suministrarse desde el tanque de materia prima 24 al tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de suministro de la misma es de 113 g/h. Se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,0 hora en la operación semicontinua (aspecto 2A-(i)-a). Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido, y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

<Noveno ejemplo>

Se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración de glicerol es del 30 % en masa, de 201 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20, y se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración de glicerol es del 60 % en masa, de 251 g al tanque de atomización 21. Se controló la temperatura de la disolución acuosa de glicerol para que fuese de 50 °C. Se ajusta la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de glicerol que va a suministrarse desde el tanque de materia prima 24 al tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de suministro de la misma es de 37 g/h y, por tanto, la concentración de glicerol en la disolución acuosa de glicerol en el tanque de atomización 21 se mantiene igual al o mayor del 40 % en masa. Se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica

durante 1,1 horas en la operación semicontinua (aspecto 2B). Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido, y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

5

<Décimo ejemplo>

Se añadió glicerol a una disolución acuosa de glicerol que contenía glicerol a una concentración del 20 % en masa para ajustar la concentración de glicerol de la disolución resultante al 60 % en masa. Luego, se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 60 % en masa, de 300 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20, y se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración se ajustó para que fuese del 60 % en masa, de 201 g al tanque de atomización 21. Se controló la temperatura de la disolución acuosa de glicerol para que fuese de 50 °C. Se ajusta la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de glicerol que va a suministrarse desde el tanque de materia prima 24 al tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de suministro de la misma es de 104 g/h, y se ajusta la velocidad de flujo de recuperación de la disolución acuosa concentrada de glicerol que va a recuperarse desde el tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de descarga de la misma es de 74 g/h. Se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,0 hora en la operación continua (aspecto 3A-(i)-a). Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido, y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

10

15

20

<Undécimo ejemplo>

Se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración de glicerol es del 30 % en masa, de 262 g al tanque de materia prima 24 del atomizador ultrasónico experimental 20, y se suministró una disolución acuosa de glicerol, cuya concentración de glicerol es del 60 % en masa, de 251 g al tanque de atomización 21. Se controló la temperatura de la disolución acuosa de glicerol para que fuese de 50 °C. Se ajusta la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa de glicerol que va a suministrarse desde el tanque de materia prima 24 al tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de suministro de la misma es de 40 g/h, y se ajusta la velocidad de flujo de recuperación de la disolución acuosa concentrada de glicerol que va a recuperarse desde el tanque de atomización 21 de tal manera que la velocidad de descarga de la misma es de 61 g/h. Por tanto, la concentración de glicerol en la disolución acuosa de glicerol en el tanque de atomización 21 se mantiene igual al o mayor del 40 % en masa. Se realizó concentración por deshidratación mediante irradiación con onda ultrasónica durante 1,1 horas en la operación continua (aspecto 3B). Luego, como en el primer ejemplo, se midieron la cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29, la concentración de glicerol en las gotas de líquido, y la concentración de glicerol en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21.

25

30

35

(Segundos resultados experimentales)

40

La tabla 3 muestra los resultados experimentales de los ejemplos octavo a undécimo.

[Tabla 3]

Operación	Ejemplos			
	8	9	10	11
Operación	Semi-continua	Semi-continua	Continua	Continua
Compuesto orgánico A	Glicerol	Glicerol	Glicerol	Glicerol
Temperatura de disolución acuosa en atomización (°C)	50	50	50	50
Tiempo de atomización (h)	1,0	1,1	1,0	1,1
Cantidad de disolución acuosa suministrada al tanque de materia prima (g)	300	201	300	262
Concentración de A en disolución acuosa suministrada al tanque de materia prima (% en masa)	60	30	60	30
Cantidad de disolución acuosa suministrada al tanque de atomización (g)	200	251	201	251
Concentración de A en disolución acuosa suministrada al tanque de atomización (% en masa)	60	60	60	60
Velocidad de suministro desde el tanque de materia prima al tanque de atomización (g/h)	113	37	104	40
Velocidad de descarga desde el tanque de atomización (g/h)	-	-	74	61
Cantidad de gotas de líquido recogidas como neblina (g)	18	16	26	21
Concentración de A en gotas de líquido recogidas (% en masa)	0	0	0	0
Concentración de A en disolución acuosa concentrada (% en masa)	67	64	71	65

La cantidad de gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29 era de 18 g en el octavo ejemplo, 16 g en el noveno ejemplo, 26 g en el décimo ejemplo y 21 g en el undécimo ejemplo.

5 La concentración del compuesto orgánico contenido en las gotas de líquido recogidas mediante el colector de neblina 29 era una concentración de glicerol del 0 % en masa en el octavo ejemplo, una concentración de glicerol del 0 % en masa en el noveno ejemplo, una concentración de glicerol del 0 % en masa en el décimo ejemplo y una concentración de glicerol del 0 % en masa en el undécimo ejemplo.

10 La concentración del compuesto orgánico contenido en la disolución acuosa deshidratada y concentrada en el tanque de atomización 21 era una concentración de glicerol del 67 % en masa en el octavo ejemplo, una concentración de glicerol del 64 % en masa en el noveno ejemplo, una concentración de glicerol del 71 % en masa en el décimo ejemplo y una concentración de glicerol del 65 % en masa en el undécimo ejemplo.

15 Tal como puede observarse a partir de la tabla 3, en el caso de concentración por deshidratación de la disolución acuosa de glicerol mediante irradiación con onda ultrasónica en cualquiera de la operación semicontinua y la operación continua, la concentración de glicerol en las gotas de líquido recogidas es baja. Por tanto, la disolución acuosa de glicerol se deshidrata y se concentra de manera eficiente en el tanque de atomización 21.

### 20 **Aplicabilidad industrial**

La presente invención es útil para el método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico y para el método de concentración por deshidratación.

### 25 **Descripción de caracteres de referencia**

- 25 10, 20 Atomizador ultrasónico
- 11, 21 Tanque de atomización
- 30 12, 22 Oscilador ultrasónico
- 13 Tubería de descarga de disolución acuosa concentrada
- 14, 24 Tanque de materia prima
- 35 15, 25 Tubería de suministro de materia prima
- 16, 18, 26 Tubería de retorno
- 40 17 Tubería de suministro de compuesto orgánico A
- 19 Elemento de ajuste de concentración
- 27 Tubería de suministro de gas portador
- 45 28 Tubería de recogida de neblina
- 29 Colector de neblina

## REIVINDICACIONES

1. Método para producir una disolución acuosa concentrada de un compuesto orgánico, que comprende:
  - 5 una etapa de ajuste de concentración de ajustar una disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración menor del 40 % en masa para que contenga el compuesto orgánico a una concentración igual al o mayor del 40 % en masa, teniendo el compuesto orgánico dos o más grupos hidrófilos en una molécula, y los dos o más grupos hidrófilos incluyen uno o más elegidos de un grupo hidroxilo, un grupo carboxilo y un grupo carbonilo,
  - 10 en el que se realiza el ajuste de concentración mezclando la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa con el compuesto orgánico o una disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a una concentración mayor del 40 % en masa, o se realiza el ajuste de concentración mediante calentamiento de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa para evaporar la humedad; y
  - 15 una etapa de concentración por deshidratación de irradiar la disolución acuosa cuya concentración de compuesto orgánico se ajusta para que sea igual al o mayor del 40 % en masa en la etapa de ajuste de concentración con una onda ultrasónica que tiene una frecuencia igual a o mayor de 1 MHz para atomizar agua.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación discontinua.
- 25 3. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación semicontinua en la que la disolución acuosa formada, en la etapa de ajuste de concentración, de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa se ajusta para que contenga el compuesto orgánico a la concentración igual al o mayor del 40 % en masa, se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación.
- 30 4. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación continua en la que la disolución acuosa formada, en la etapa de ajuste de concentración, de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa se ajusta para que contenga el compuesto orgánico a la concentración igual al o mayor del 40 % en masa, se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, y la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se recupera de manera continua o intermitente.
- 35 40 5. Método según la reivindicación 3 o 4, en el que el ajuste de concentración de la etapa de ajuste de concentración para la disolución acuosa que va a suministrarse de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación se realiza de manera concurrente con la etapa de concentración por deshidratación, de tal manera que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa se mezcla con la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración mayor del 40 % en masa.
- 45 50 6. Método según la reivindicación 5, en el que parte o la totalidad de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración mayor del 40 % en masa es la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico formada mediante concentración por deshidratación en la etapa de concentración por deshidratación.
- 55 7. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación semicontinua en la que, mientras que la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, la etapa de ajuste de concentración se realiza de tal manera que se controla la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa de tal manera que la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse contiene el compuesto orgánico a la concentración igual al o mayor del 40 % en masa.
- 60 65 8. Método según la reivindicación 1, en el que la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico se produce mediante una operación continua en la que, mientras que la disolución acuosa que contiene el

- 5 compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa se suministra de manera continua o intermitente a la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse en la etapa de concentración por deshidratación, y la disolución acuosa concentrada del compuesto orgánico formada mediante concentración por deshidratación en la etapa de concentración por deshidratación se recupera de manera continua o intermitente, la etapa de ajuste de concentración se realiza de tal manera que se controlan la velocidad de flujo de suministro de la disolución acuosa que contiene el compuesto orgánico a la concentración menor del 40 % en masa y la velocidad de flujo de recuperación de la disolución acuosa concentrada de tal manera que la disolución acuosa del compuesto orgánico que va a deshidratarse y concentrarse contiene el compuesto orgánico a la concentración igual al o mayor del 40 % en masa.
- 10
9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el compuesto orgánico contiene poliol.
- 15 10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el compuesto orgánico contiene un compuesto orgánico que tiene un grupo carboxilo.
11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la molécula del compuesto orgánico tiene dos o más átomos de carbono y 22 o menos átomos de carbono.
- 20 12. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el peso molecular del compuesto orgánico es igual a o mayor de 50 e igual a o menor de 400.
- 25 13. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el compuesto orgánico es glicerol, ácido láctico, glucosa, 1,2-propanodiol, xilosa o hidroximetilfurfural.

FIG. 1

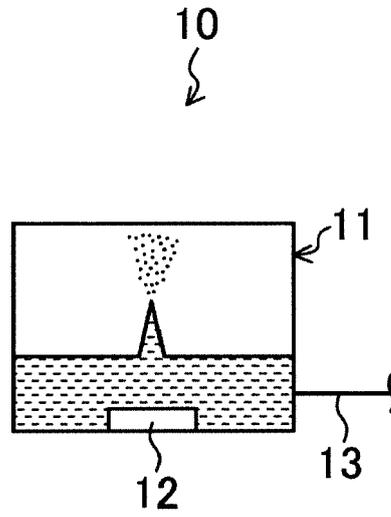


FIG. 2

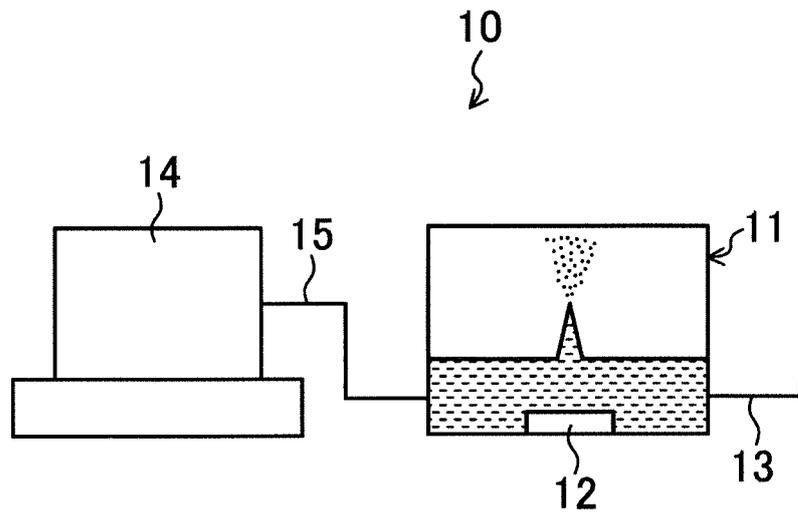


FIG. 3

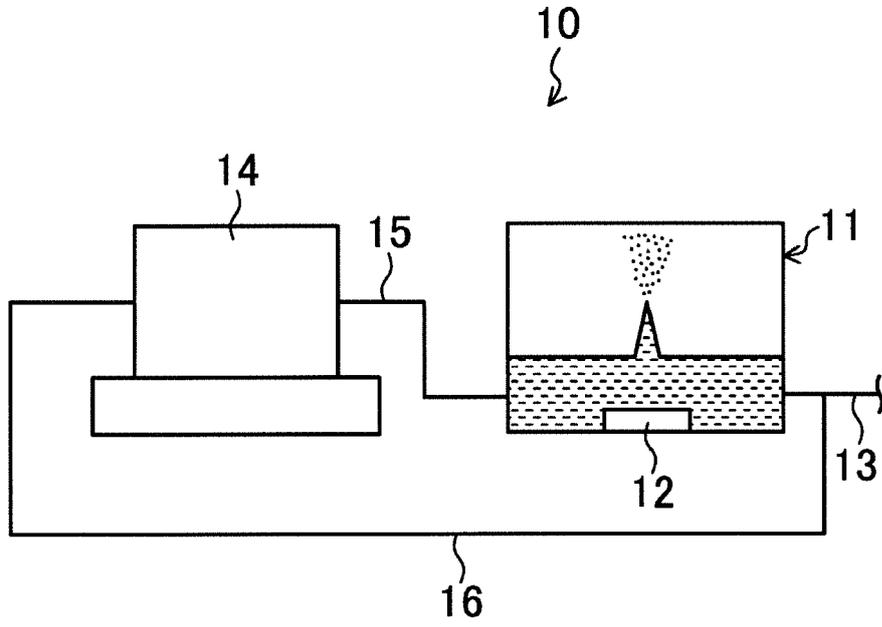


FIG. 4A

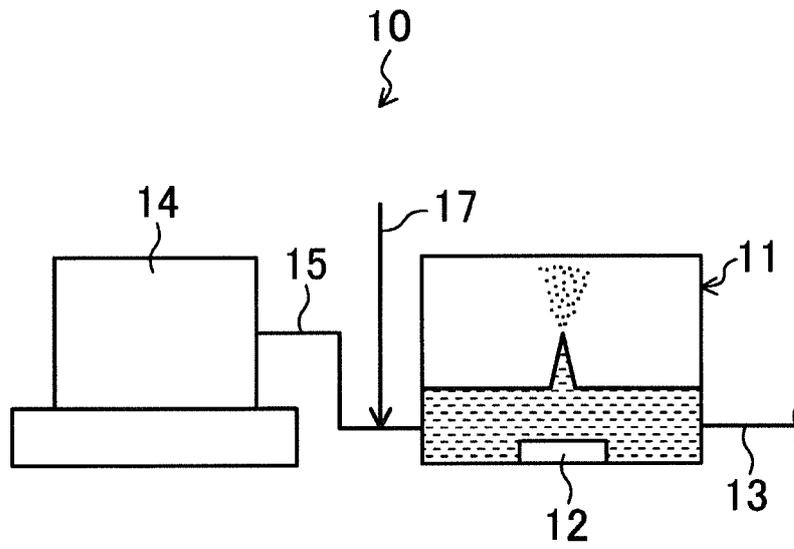


FIG. 4B

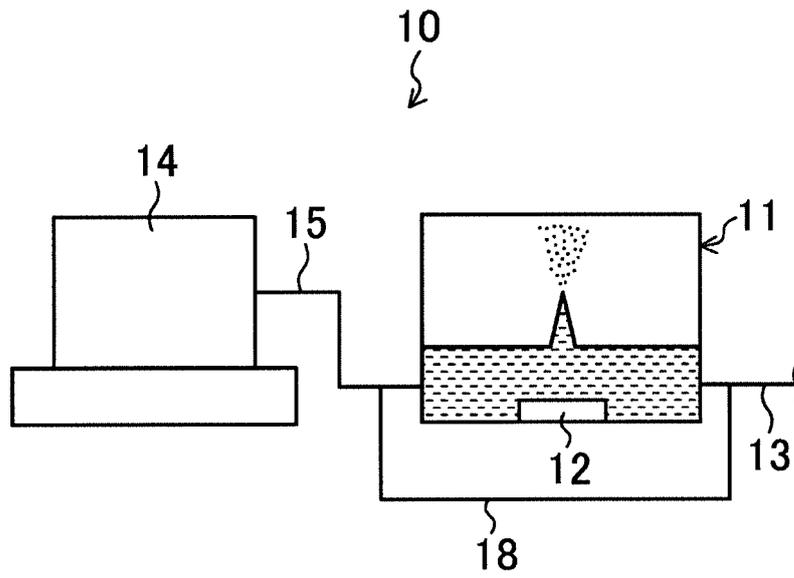


FIG. 4C

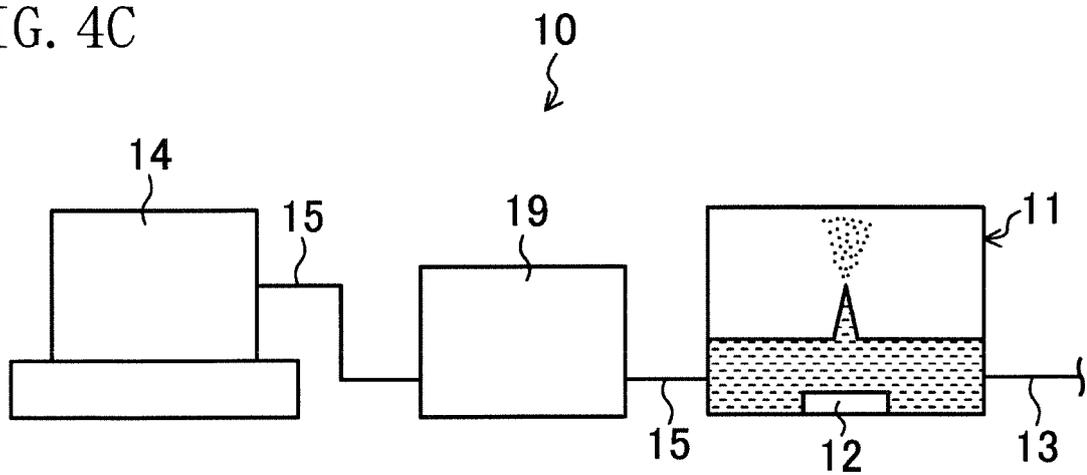


FIG. 5

