

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 242**

51 Int. Cl.:

**B01D 9/00** (2006.01)

**A23L 2/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04255362 .8**

96 Fecha de presentación: **03.09.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1512449**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.03.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE LA CONCENTRACIÓN POR CONGELACIÓN  
PROGRESIVA.**

30 Prioridad:  
**08.09.2003 JP 2003314975**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.12.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.12.2011**

73 Titular/es:  
**KAGOME KABUSHIKI KAISHA  
3-14-15 NISHIKI NAKA-KU  
NAGOYA-SHI AICHI-KEN, JP**

72 Inventor/es:  
**Kagitani, Kazuo y  
Hayakawa, Kiro**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 370 242 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

Procedimiento de control de la concentración por congelación progresiva

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de control de la concentración por congelación progresiva. El llamado procedimiento de concentración llega para tener en cuenta la concentración de líquidos objetivo de alimentos y medicamentos para la obtención de concentrados de una calidad superior. Aunque el procedimiento de cristalización de suspensión y el procedimiento de la concentración por congelación progresiva se conocen como ejemplos del procedimiento de concentración, la presente invención se refiere al procedimiento de la concentración por congelación progresiva y en particular a un procedimiento de control de la concentración progresiva de un líquido objetivo, mientras un líquido objetivo y un medio de refrigeración están circulando.

10 Como se describe, por ejemplo, en Shokuhin-To-Gijutsu ("Alimentos y Tecnologías"), vol. 318, páginas 1-8 (diciembre, 1997) y las Actas de la Sociedad Japonesa de Ingeniería de Alimentos ((2000), página 85) y el documento US3667243A, se ha conocido un procedimiento de la concentración por congelación progresiva a concentrado de congelación en un líquido objetivo, haciendo que un medio de refrigeración circule a través de una ruta de flujo de medio de refrigeración de un aparato de concentración, mientras se hace que el líquido objetivo circule a través de una ruta de flujo de líquido objetivo de este aparato para formar gradualmente cristales de hielo en las superficies de la pared de la ruta de flujo del líquido objetivo.

15 En este procedimiento de la concentración por congelación progresiva, el caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la interfaz de hielo y líquido durante la concentración son dos factores importantes que influyen significativamente en la eficacia de la concentración del líquido objetivo. Si la caudal del líquido objetivo en la interfaz de hielo y líquido es demasiado lenta, en consecuencia, la proporción de contenido de soluto en los cristales de hielo se convierte en demasiado alta. Si es demasiado rápida, por el contrario, la carga en el aparato de concentración se convierte, en consecuencia, grande. Si la velocidad de crecimiento de los cristales de hielo es demasiado rápida, la relación entre el contenido de soluto en los cristales de hielo se convierte, en consecuencia, en demasiado alta. Si es demasiado lenta, por otro lado, el tiempo de concentración se hace en consecuencia demasiado largo. En este procedimiento de la concentración por congelación progresiva tal como se describió anteriormente, es importante ajustar tanto la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la interfaz de hielo y líquido durante la concentración, pero no ha sido propuesto ningún procedimiento para controlar estos factores. De manera ordinaria, ya sea la velocidad de rotación de la bomba para hacer circular el líquido objetivo y la temperatura del medio refrigerante se mantienen en niveles fijos, o se estiman la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la superficie de hielo líquido durante la concentración y la velocidad de rotación de la bomba para hacer circular el líquido objetivo se rebaja gradualmente o la temperatura del medio refrigerante se reduce cuando transcurre el tiempo para la concentración. Con estos procedimientos de la técnica anterior, sin embargo, no es posible optimizar la caudal del líquido objetivo o la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la interfaz de hielo y líquido durante la concentración, permitiendo que estos factores sufran cambios significativos.

**Sumario de la invención**

20 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un procedimiento para controlar los dos factores citados (es decir, la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la interfaz de hielo y líquido durante la concentración cuando un aparato de la concentración por congelación progresiva se usa para hacer circular un medio de refrigeración a través de su ruta de flujo de medio de refrigeración, mientras el líquido objetivo circula a través de su ruta de flujo de líquido objetivo para la concentración del líquido objetivo formando gradualmente cristales de hielo sobre la superficie de la pared de esta ruta de flujo del líquido objetivo) a los valores óptimos predeterminados.

25 Un procedimiento de la presente invención para el control de la concentración progresiva puede ser caracterizado como que comprende las etapas de circulación de un medio de refrigeración a través de una ruta de flujo del medio de refrigeración de un aparato de concentración, mientras que la circulación de un líquido objetivo para la concentración a través de una ruta de flujo de líquido objetivo de este aparato de concentración, formando así gradualmente cristales de hielo en las superficies de las paredes de la ruta de flujo del líquido objetivo en concentración del líquido objetivo, conectando a esta ruta de flujo de líquido objetivo unos medios de detección de la expansión del volumen para la detección de la expansión del volumen del líquido objetivo, obteniendo el espesor de los cristales de hielo en la ruta del flujo del líquido objetivo a partir de la expansión del volumen detectado mediante los medios de detección de la expansión del volumen, y controlando la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la ruta de flujo del líquido objetivo para convertirse, respectivamente, en un valor de la caudal determinado y un valor de la velocidad de crecimiento determinado mediante la realización de la operación A y la operación B que se describen a continuación, en función del espesor obtenido. Anteriormente, la operación A es una operación que comprende las etapas de cálculo del diámetro interior de los cristales de hielo en la ruta del flujo de líquido objetivo a partir del espesor obtenido, calculando un volumen de flujo requerido del líquido

objetivo en la ruta del flujo del líquido objetivo a partir del diámetro interior calculado y la caudal determinada, y ajustando el volumen de la circulación del líquido objetivo de tal manera que el volumen de flujo medido del líquido objetivo dentro de la ruta del flujo del líquido objetivo se convierte igual al volumen de flujo requerido, y la operación B es una operación que comprende las etapas de calcular la velocidad de crecimiento real del frente de hielo en la ruta del flujo del líquido objetivo a partir del espesor obtenido y ajustando la temperatura y/o el volumen de circulación del medio de refrigeración de tal manera que la velocidad de crecimiento real calculada es igual al valor de la velocidad de crecimiento determinado. En resumen, el procedimiento de esta invención es del tipo de la técnica anterior de circulación de un medio de refrigeración a través de una ruta de flujo del medio de refrigeración de un aparato de concentración, mientras que la circulación de un líquido objetivo de concentración a través de una ruta de flujo del líquido objetivo de este aparato de concentración, formando así gradualmente cristales de hielo en la superficie de las paredes de la ruta de flujo del líquido objetivo, pero se diferencia en que el caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la ruta del flujo de líquido objetivo se ajustan de manera como para asumir los valores óptimos establecidos para ello.

El aparato de concentración que se usa puede comprender uno o más tubos dobles cilíndricos. Si una pluralidad de estos tubos dobles se proporciona, se pueden organizar de diferentes maneras con los tubos conectados en serie o en paralelo, pero las disposiciones con tubos dobles, teniendo cada uno una ruta de flujo del líquido objetivo que se forma en el interior y se prefiere una ruta de flujo del medio de refrigeración formada en el exterior. Los que tienen dos o más de estos tubos dobles cilíndricos y que tienen las rutas de flujo de líquido objetivo para formar juntos una sola ruta de flujo de circulación son aún más preferibles.

De acuerdo con la presente invención, unos medios de detección de la expansión del volumen para el líquido objetivo están conectados a la ruta de flujo del líquido objetivo del aparato de concentración y el espesor de los cristales de hielo en la ruta de flujo del líquido objetivo se obtiene a partir de la expansión del volumen del líquido objetivo detectada mediante estos medios de detección. Como la concentración del líquido objetivo continúa, los cristales de hielo crecen en las superficies de las paredes de la ruta de flujo de líquido objetivo y la cantidad total del líquido objetivo parece aumentar mediante la expansión de volumen. Como la forma y el tamaño de la ruta de flujo de líquido objetivo, es decir, su diámetro y longitud, son cantidades conocidas, el espesor de los cristales de hielo en la ruta del flujo de líquido objetivo se puede calcular fácilmente a partir de la expansión del volumen detectada del líquido objetivo.

Muchos tipos de medios para detectar la expansión del volumen se pueden usar con el propósito de esta invención, pero se prefiere el tipo adaptado para recibir la porción de desbordamiento del líquido objetivo de la ruta de flujo de líquido objetivo en un recipiente y medir su cantidad mediante presión, peso o su nivel de la superficie del líquido. También es preferible es el tipo adaptado para detectar un volumen de flujo integrado del líquido objetivo derramado de la ruta de flujo de líquido objetivo.

De acuerdo con esta invención, lo que en lo sucesivo son denominadas Operación A y Operación B se realizan a continuación sobre la base del grosor de los cristales de hielo en la ruta de flujo de líquido objetivo así obtenido, de tal manera que la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en la ruta del flujo de líquido objetivo se convertirán en, respectivamente, iguales a un valor determinado de la caudal y a un valor determinado de la velocidad de crecimiento. En la Operación A, el diámetro interior de los cristales de hielo en la ruta de flujo de líquido objetivo se calcula a partir del grosor de los cristales de hielo, un volumen de flujo requerido del líquido objetivo en la ruta del flujo de líquido objetivo se calcula a partir del diámetro interior así calculado y la caudal determinada, y el volumen de la circulación del líquido objetivo se ajusta de tal manera que la caudal medida del líquido objetivo dentro de la ruta de flujo de líquido objetivo se convierte en igual al volumen de flujo requerido. En la Operación B, la velocidad de crecimiento real del frente de hielo en la ruta del flujo del líquido objetivo se calcula a partir del grosor de los cristales de hielo y la temperatura y/o el volumen de circulación del medio de refrigeración se ajusta de tal manera que la velocidad de crecimiento real calculada es igual al valor de la velocidad de crecimiento determinada.

Cualquier procedimiento conocido puede ser usado para ajustar la circulación del líquido objetivo en la Operación A, pero es preferible hacerlo mediante el control del movimiento de rotación de una bomba de líquido objetivo que circula mediante un control de frecuencia. Cualquier procedimiento conocido puede ser usado también para ajustar la temperatura del medio de refrigeración en la Operación B, pero es preferible hacerlo mediante el control de un refrigerador que está adaptado para enfriar el refrigerante, e incluso es más preferible hacerlo controlando el volumen del flujo de una porción del medio de refrigeración que se suministra desde un tanque de medio de refrigeración conectado a un refrigerador a una entrada en la ruta de flujo de refrigerante y otra porción del medio de refrigeración que se descarga de una salida de la ruta del flujo del medio de refrigeración y regresa a la entrada de la ruta del flujo del medio de refrigeración sin pasar por el tanque del medio de refrigeración. Cualquier procedimiento conocido también se puede usar para ajustar la circulación del medio de refrigeración en la Operación B, pero es preferible hacerlo mediante el control del movimiento de rotación de una bomba de circulación del medio de refrigeración mediante un control de frecuencia.

En resumen, la presente invención permite el control de dos de los factores más importantes en la concentración progresiva mediante la circulación de un líquido objetivo y un medio de refrigeración, es decir, para controlar la

caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en su interfaz de hielo y líquido durante el proceso de concentración de acuerdo a los valores óptimos establecidos para ello.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 La figura 1 es un diagrama del sistema para mostrar un procedimiento de control de esta invención.
- La figura 2 es un diagrama del sistema para mostrar otro procedimiento de control de esta invención.
- La figura 3 es un gráfico para mostrar los resultados de un proceso de concentración controlado mediante un procedimiento de acuerdo con esta invención.
- 10 La figura 4 es un gráfico para mostrar los resultados de un proceso de concentración controlado mediante un procedimiento de la técnica anterior.

**Realización preferida de la invención**

15 La figura 1 es un diagrama del sistema que muestra el procedimiento de control de acuerdo con esta invención. Se proporcionan dos tubos cilíndricos dobles 11 y 12, teniendo cada uno una ruta de flujo del líquido objetivo 11a o 12a formada en el interior y una ruta de flujo del medio de refrigeración 11b o 12b formada en el exterior. Las dos rutas de flujo del líquido objetivo 11a y 12a se conectan para formar juntas una sola ruta de flujo de circulación 11c. Un contenedor de suministro 21 para el líquido objetivo se dispone por encima de los tubos cilíndricos dobles 11 y 12 y se conecta a la ruta de flujo de circulación 11c. Las dos rutas de flujo del medio de refrigeración 11b y 12b están conectadas entre sí en sus partes superior e inferior. Una entrada y una salida para el medio de refrigeración se proporcionan, respectivamente, en una parte inferior y una parte superior de la ruta del flujo del medio de refrigeración 12b. La entrada y la salida están conectadas a un refrigerador 31.

25 Una bomba 41 para hacer circular el líquido objetivo se proporciona en la ruta de flujo de circulación 11c por encima de la ruta de flujo de líquido objetivo 11a. Un tubo de flujo de salida 51 se ramifica fuera de un tubo de conexión que conecta un punto en la ruta de circulación del flujo 11c también por encima de la bomba 41 y el contenedor de suministro 21. La parte de la punta del tubo de flujo de salida 51 se aloja en un recipiente 51a. Otra bomba 42 para hacer circular el medio refrigerante se proporciona entre la entrada del medio de refrigeración en la ruta de flujo del medio de refrigeración 12b y el refrigerador 31.

35 Un sensor de presión 61a se proporciona en la parte inferior del recipiente 51a, un medidor de flujo 61b se inserta en la ruta de flujo de circulación 11c por encima de la ruta de flujo de líquido objetivo 12a y un sensor de temperatura 61c se proporciona entre la bomba 42 y la entrada para el medio de refrigeración en la ruta de flujo del medio de refrigeración 12b. El sensor de presión 61a, el medidor de flujo 61b y el sensor de temperatura 61c están conectados a un controlador de cálculo 71, que también está conectado con el refrigerador 31 y la bomba 41.

40 El líquido objetivo se llena desde el contenedor de suministro 21 en la ruta de flujo de circulación 11c incluyendo las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a. Como la bomba 41 se activa para la circulación del líquido objetivo en el sentido antihorario (con referencia a la figura 1) a través de las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a de la ruta de flujo de circulación 11c, el refrigerador 31 y la bomba 42 también se activan de manera que el medio de refrigeración enfriado mediante el refrigerador 31 se distribuye a través de las rutas de flujo del medio de refrigeración 11b y 12b. Los cristales de hielo se forman gradualmente y crecen en las superficies de las paredes de las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a, es decir, sobre las superficies de las paredes interiores de los tubos interiores de los tubos cilíndricos dobles 11 y 12, de tal manera que la concentración del líquido objetivo progresará. Como los cristales de hielo crecen, sin embargo, hay una expansión del volumen y la cantidad del líquido objetivo que corresponde a esta expansión del volumen se deposita en el recipiente 51a a través del tubo de flujo de salida 51.

50 La cantidad de líquido objetivo así depositado en el recipiente 51a a medida que avanza el proceso de concentración, es decir, la cantidad de la expansión del volumen del líquido objetivo, se detecta de manera secuencial mediante el sensor de presión 61 y la señal de salida desde el mismo se transmite al controlador de cálculo 71. Sobre la base de las señales transmitidas de este modo, el controlador de cálculo 71 calcula el espesor de los cristales de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a.

55 Los valores determinados de la caudal y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a son introducidos de manera preliminar en el controlador de cálculo 71. Sobre la base del espesor calculado de los cristales de hielo mencionado anteriormente, el controlador de cálculo 71 a continuación calcula el diámetro interior de los cristales de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a, y el volumen de flujo requerido del líquido objetivo en estas rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a a partir de estos diámetros internos calculados y los valores de la caudal mencionados en las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a y controla la velocidad de rotación de la bomba 41 mediante la transmisión de señales a la misma, de manera que el volumen de flujo medido realmente del líquido objetivo a través de las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a del medidor de flujo 61b será igual al volumen de flujo requerido calculado como anteriormente, ajustando así la cantidad de líquido objetivo que circula. Al mismo tiempo, la velocidad de crecimiento del frente de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 11a y 12a se calcula a partir del espesor mencionado calculado de los cristales de hielo y

la operación del refrigerador 31 es controlada mediante señales emitidas desde el controlador de cálculo 71 y la temperatura del medio refrigerante detectado mediante el sensor de temperatura 61c se ajusta de modo que la velocidad de crecimiento se registrará de acuerdo con un valor preliminar determinado.

5 La figura 2 es otro diagrama del sistema que muestra el procedimiento de control de acuerdo con esta invención. Se proporcionan dos tubos cilíndricos dobles 13 y 14, cada una con una ruta de flujo de líquido objetivo 13a o 14a formada en el interior y una ruta de flujo de medio de refrigeración 13b o 14b formada en el exterior. Las dos rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a se conectan para formar juntos una sola ruta de flujo de circulación 13c. Un contenedor de suministro 22 para que el líquido objetivo se dispone por encima de los tubos cilíndricos dobles 13 y 14 y se conecta a la ruta de flujo de circulación 13c. Las dos rutas de flujo de medio de refrigeración 13b y 14b están conectadas entre sí en sus partes superior e inferior. Una entrada y una salida para el medio refrigerante se proporcionan, respectivamente, en una parte inferior y una parte superior de la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b. La entrada y la salida están conectadas a un tanque de medio de refrigeración 32a que está también conectado a un refrigerador 32.

15 Una bomba 43 para hacer circular el líquido objetivo se proporciona en la ruta de flujo de circulación 13c por encima de la ruta de flujo de líquido objetivo 13a. Un tubo de flujo de salida 52 se ramifica fuera de un tubo de conexión que conecta un punto de la ruta de flujo de circulación 13c también por encima de la bomba 43 y el contenedor de suministro 22. La parte de la punta del tubo de flujo de salida 52 se aloja en un recipiente 52a. Otra bomba 44 para hacer circular el refrigerante se proporciona entre la entrada del medio de refrigeración en la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b y el tanque del medio de refrigeración 32a.

20 Un medidor de flujo integrado 62a se inserta en el tubo del flujo de salida 52, un medidor de flujo 62b se proporciona en la ruta de flujo de circulación 13c por encima de la ruta de flujo de líquido objetivo 14a y un sensor de temperatura 62c se inserta entre la bomba 44 y la entrada para el medio de refrigeración en la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b. Una válvula de tres vías 62d se proporciona entre la salida del medio de refrigeración desde la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b y el tanque del medio de refrigeración 32a, y una derivación se pasa desde esta válvula de tres vías 62d al tanque del medio de refrigeración 32a y a la bomba 44. El medidor de flujo integrado 62a, el medidor de flujo 62b y el sensor de temperatura 62c están todos conectados a un controlador de cálculo 72 que también está conectado a la bomba 43 y a la válvula de tres vías 62d.

25 El líquido objetivo se llena desde el contenedor de suministro 22 en la ruta de flujo de circulación 13c que incluye las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a. Como la bomba 43 se activa para la circulación del líquido objetivo en el sentido antihorario (en referencia a la figura 2) a través de las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a de la ruta de flujo de circulación 13c, el refrigerador 32 y la bomba 44 también se activan de tal manera que el medio de refrigeración refrigerado por el refrigerador 32 se distribuye a través del tanque del medio de refrigeración 32a en las rutas de flujo 13c y 14c. Los cristales de hielo se forman gradualmente y crecen en las superficies de las paredes de las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a, es decir, sobre la superficie de las paredes interiores de los tubos interiores de los tubos cilíndricos dobles 13 y 14, de tal manera que la concentración del líquido objetivo progresa. Como los cristales de hielo crecen, sin embargo, hay una expansión del volumen y la cantidad del líquido objetivo que corresponde a esta expansión del volumen se deposita en el recipiente 52a a través del tubo de flujo de salida 52 y del medidor de flujo integrado 62a.

35 La cantidad de líquido objetivo que sale así por el tubo de flujo de salida 52 cuando el proceso de concentración progresa, es decir, la cantidad de la expansión del volumen del líquido objetivo, se detecta secuencialmente por medio del medidor de flujo integrado 62a y la señal emitida desde el mismo se transmite al controlador de cálculo 72. Sobre la base de las señales transmitidas de este modo, el controlador de cálculo 72 calcula el espesor de los cristales de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a.

40 Los valores determinados de la caudal y de la velocidad de crecimiento del frente de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a son introducidos de manera preliminar en el controlador de cálculo 72. Sobre la base del espesor calculado mencionado de los cristales de hielo, el controlador de cálculo 72 a continuación calcula los diámetros interiores de los cristales de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a y el volumen de flujo requerido del líquido objetivo en estas rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a de los diámetros internos y calcula los valores de la caudal determinados mencionados en las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a, y controla la velocidad de rotación de la bomba 43 mediante la transmisión de señales de la misma, de manera que el volumen de flujo realmente medido del líquido objetivo a través de las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a mediante el medidor de flujo 62b será igual al volumen de flujo requerido calculado como anteriormente, ajustando así la cantidad de líquido objetivo que circula. Al mismo tiempo, la velocidad de crecimiento del frente de hielo en las rutas de flujo de líquido objetivo 13a y 14a se calcula a partir del espesor mencionado calculado de los cristales de hielo y la temperatura del medio refrigerante detectada por el sensor de temperatura 62c se ajusta mediante la variación de la válvula de tres vías 62d de acuerdo a las señales emitidas desde el controlador de cálculo 72 y controlando el caudal del medio refrigerante suministrado desde el tanque del medio de refrigeración 32a en la entrada de la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b y descargado desde la salida de la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b y de vuelta a la entrada de la ruta de flujo del medio de refrigeración 14b a través de la válvula de tres vías 62d y la derivación mencionada sin llegar al tanque del medio de refrigeración 32a de tal manera que la velocidad de

crecimiento coincidirá con un valor de ajuste preliminar.

5 La invención se explica a continuación a modo de ejemplo de prueba y ejemplo comparativo, que se describen a continuación. El ejemplo de prueba fue uno realizado mediante el uso de jugo de tomate separado de manera  
 10 centrífuga del líquido objetivo, una solución acuosa al 75% de una mezcla de glicol de propileno como su componente principal (nombre comercial: NYBRINE NFP producido por Maruzen Chemical Corporation) como medio de refrigeración, 2,0 m/s como la caudal determinada del líquido objetivo en la ruta de flujo del líquido objetivo y 4,0 mm/h como la velocidad de crecimiento determinada del frente de hielo en la ruta de flujo de líquido objetivo. El ejemplo de comparación se llevó a cabo de manera similar al Ejemplo de prueba en su totalidad, excepto que la  
 15 caudal del líquido objetivo en la ruta de flujo de líquido objetivo se ajustó en 2,0 m/seg, la velocidad de crecimiento de objetivo del frente de hielo en la ruta de flujo de líquido objetivo se estableció en 4,0 mm/h, y la frecuencia de la bomba para hacer circular el líquido objetivo y la temperatura del medio refrigerante se redujo gradualmente con el tiempo de concentración, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Tiempo (minutos)	Frecuencia de la bomba (Hz)	Temperatura del medio refrigerante (°C)
0	62	-3,0
10	60	-3,2
20	58	-3,4
30	56	-3,6
40	54	-3,8
50	52	-4,0
60	50	-4,2
70	48	-4,4
80	46	-4,6
90	44	-4,8
100	42	-5,0
110	40	-5,2
120	38	-5,4
130	36	-5,6

20 Las figuras 3 y 4 muestran los resultados de la concentración en el ejemplo de prueba y el ejemplo comparativo, respectivamente, ambos mostrando el tiempo de concentración (en minutos) en el eje horizontal, la caudal (en m/s) del líquido objetivo en el eje vertical de la izquierda y la velocidad de crecimiento (en mm/h) del frente de hielo en el eje vertical derecho. En ambas figuras 3 y 4, la caudal se muestra mediante una línea continua y la velocidad de crecimiento se muestra mediante una línea de trazos.

25 La Tabla 2 muestra los resultados de la concentración en el ejemplo de prueba y el ejemplo comparativo. En la Tabla 2, el coeficiente de distribución es un valor definido como  $2B/(B1 + B2)$ , donde B es el Brix (%) de los cristales de hielo, B1 es el Brix (%) del líquido objetivo antes de la concentración y B2 es el Brix (%) del líquido objetivo después de la concentración. Cuanto mayor sea el coeficiente de partición, mayor es la proporción de contenido de soluto en los cristales de hielo, y cuanto menor sea el coeficiente de partición, más pequeña es la proporción de contenido de soluto en los cristales de hielo. Si el coeficiente de partición es 1, esto significa que la concentración no  
 30 progresa en absoluto.

Tabla 2

		Ejemplo de prueba	Ejemplo de comparación
Tiempo de concentración (minutos)		120	130
Brix (%)	Antes de la concentración	5,0	5,0
	Después de la concentración	10,0	10,0
Cristales de hielo		0,3	1,2

(cont)		
	Ejemplo de prueba	Ejemplo de comparación
Coefficiente de Partición	0,04	0,16

Las figuras 3 y 4 y la Tabla 2 muestran claramente que la caudal del líquido objetivo y la velocidad de crecimiento de los cristales de hielo en la interfaz de hielo y líquido puede ser controlada de acuerdo a valores predeterminados de acuerdo con un procedimiento de esta invención y, por lo tanto, se posible un eficiente proceso de concentración de un líquido objetivo.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para controlar concentración por congelación progresiva, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
  - 5 hacer circular un medio de refrigeración a través de una ruta de flujo de medio de refrigeración (11b, 12b, 13b, 14b) de un aparato de concentración por congelación, mientras circula un líquido objetivo para concentración por congelación a través de una ruta de flujo de líquido objetivo (11a, 12a, 13a, 14a) de dicho aparato de concentración por congelación, formando gradualmente cristales de hielo en las superficies de las paredes de dicha ruta de flujo de líquido objetivo en concentración de dicho líquido objetivo, caracterizado por
    - 10 conectar a dicha ruta de flujo de líquido objetivo unos medios de detección de la expansión del volumen (61a, 62a) para la detección de la expansión del volumen de dicho líquido objetivo;
    - obtener el espesor de dichos cristales de hielo en dicha ruta de flujo de líquido objetivo a partir de la expansión del volumen detectada mediante dichos medios de detección de la expansión del volumen (61a, 62a); y
    - 15 controlar la caudal de dicho líquido objetivo y la velocidad de crecimiento del frente de hielo en dicha ruta de flujo de líquido objetivo para ser iguales, respectivamente, a un valor de la caudal determinada y a un valor de la velocidad de crecimiento determinada mediante la realización de una operación A y una operación B en base a dicho espesor obtenido;
    - en el que dicha operación A comprende calcular el diámetro interior de dichos cristales de hielo en dicha ruta de flujo de líquido objetivo (11a, 12a, 13a, 14a) a partir de dicho espesor obtenido, calculando un volumen de flujo requerido de dicho líquido objetivo en dicha ruta de flujo de líquido objetivo (11a, 12a, 13a, 14a) a partir de dicho diámetro interior calculado y dicha caudal determinada, y ajustar el volumen de circulación de dicho líquido objetivo de tal manera que el volumen de flujo medido de dicho líquido objetivo dentro de dicha ruta de flujo de líquido objetivo es igual a dicho volumen de flujo requerido; y
    - 20 en el que dicha operación B comprende calcular la velocidad de crecimiento real de dicho frente de hielo en dicha ruta de flujo de líquido objetivo a partir de dicho espesor obtenido y ajustando al menos uno seleccionado del grupo que consiste en la temperatura y el volumen de circulación de dicho medio de refrigeración, de tal manera que dicha velocidad de crecimiento real calculada es igual a dicho valor de la velocidad de crecimiento determinada.
    - 25
    - 30
  2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho aparato de concentración por congelación comprende tubos cilíndricos dobles (11, 12, 13, 14), teniendo cada uno dicha ruta de flujo de líquido objetivo (11a, 12a, 13a, 14a) formada en el interior y dicha ruta de flujo de medio de refrigeración (11b, 12b, 13b, 14b) formada en el exterior.
  - 35 3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que dicho aparato de concentración por congelación comprende dos o más tubos cilíndricos dobles (11, 12, 13, 14), estando conectadas las rutas de flujo de líquido objetivo de dichos dos o más tubos cilíndricos dobles para formar juntas una ruta de flujo de circulación.
  4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichos medios de detección de la expansión del volumen (61a, 62a) determinan la cantidad de dicho líquido objetivo derramado de dicha ruta de flujo de líquido objetivo mediante la detección de una cantidad seleccionada del grupo que consiste en presión, peso y nivel de la superficie del líquido.
  - 40 5. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que dichos medios de detección de la expansión del volumen (61a, 62a) determinan la cantidad de dicho líquido objetivo derramado de dicha ruta de flujo de líquido objetivo mediante la detección del volumen de flujo integrado de dicho líquido objetivo derramado de dicha ruta de flujo de líquido objetivo.
  - 45 6. Procedimiento según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que dicho volumen de circulación de dicho líquido objetivo se ajusta en dicha operación A controlando un movimiento rotativo de una bomba circulante de líquido objetivo (41, 43) mediante un control de frecuencia.
  - 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la temperatura de dicho medio de refrigeración se ajusta en dicha operación B mediante el control de un refrigerador (31, 32), que está adaptado para enfriar dicho medio de refrigeración.
  - 55 8. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la temperatura de dicho medio de refrigeración se ajusta en dicha operación B mediante el control del volumen de flujo de una porción de dicho medio de refrigeración que se suministra desde un tanque de medio de refrigeración (32a) conectado a un refrigerador (32) en una entrada a dicha ruta de flujo del medio de refrigeración (14b) y de otra porción de dicho medio de refrigeración que se descarga desde una salida de dicha ruta de flujo del medio de refrigeración (14b) y vuelve a dicha entrada en dicha ruta de flujo del medio de refrigeración (14b) sin pasar a través de dicho tanque del medio de refrigeración (32a).
  - 60 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el volumen de circulación de dicho medio de refrigeración se ajusta en dicha operación B mediante el control de movimiento de rotación de una bomba de circulación del medio de refrigeración (42, 44) mediante un control de frecuencia.
  - 65



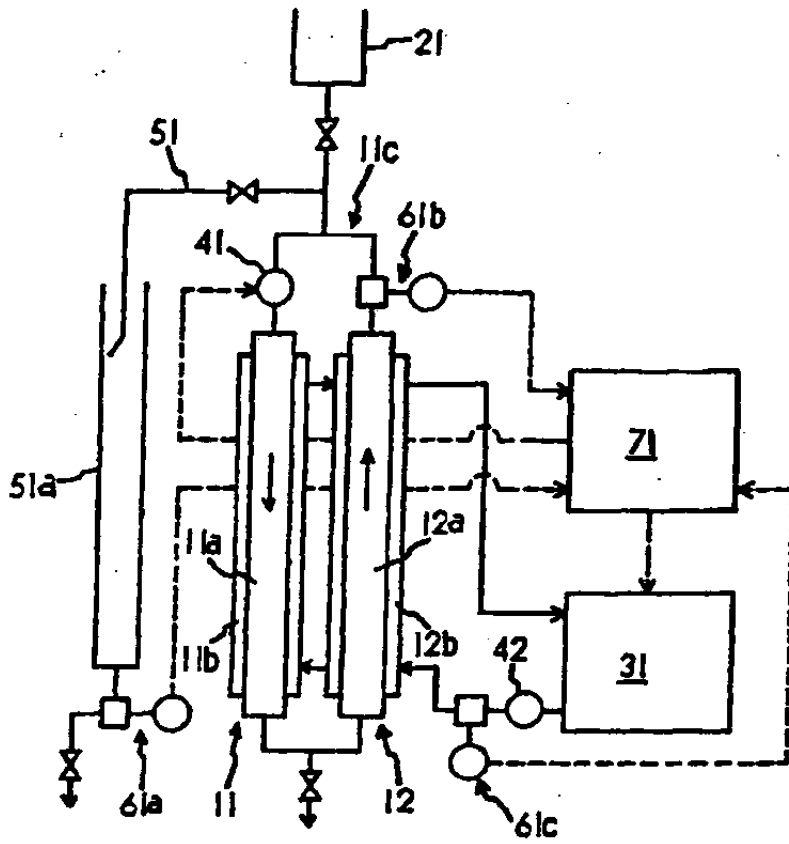


Fig. 1

CAUDAL DEL LÍQUIDO  
OBJETIVO

(m/s)

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO  
DEL FRENTE DE HIELO

(mm/h)

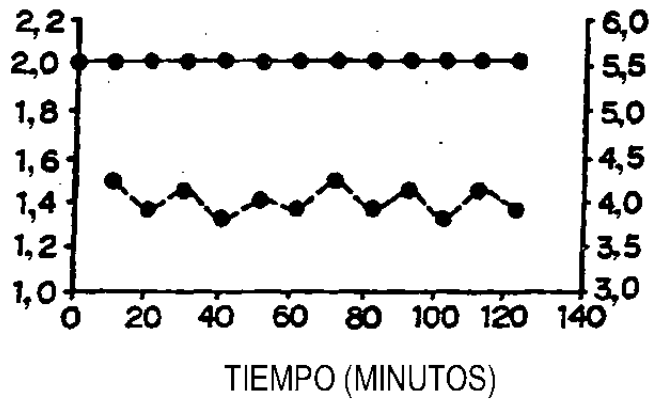


Fig. 3

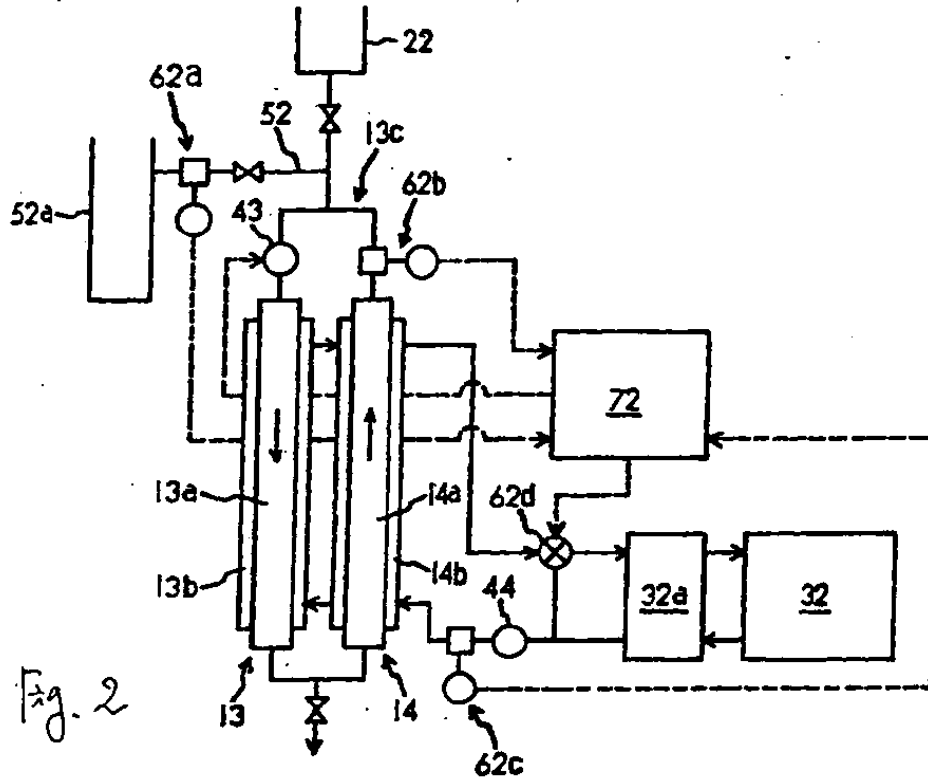


Fig. 2

CAUDAL DEL LÍQUIDO  
OBJETIVO  
(m/s)

VELOCIDAD DE CRECIMIENTO  
DEL FRENTE DE HIELO  
(mm/h)

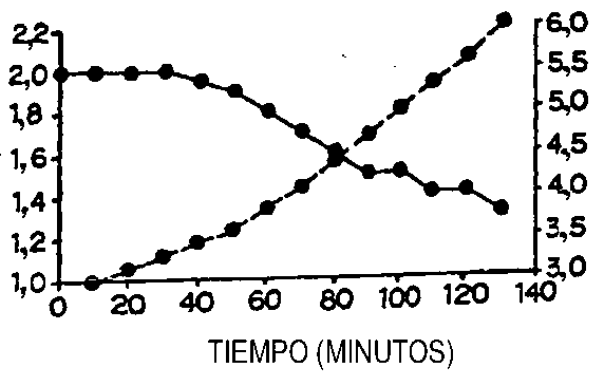


Fig. 4  
(TÉCNICA ANTERIOR)