

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 628**

51 Int. Cl.:

C02F 5/00 (2013.01)

C02F 1/461 (2013.01)

C02F 1/46 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2021 PCT/JP2021/014900**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.11.2021 WO21235128**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2021 E 21807826 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024 EP 4155275**

54 Título: **Dispositivo ablandador de agua**

30 Prioridad:

22.05.2020 JP 2020089790

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

27.11.2024

73 Titular/es:

**PANASONIC INTELLECTUAL
PROPERTYMANAGEMENT CO., LTD. (100.0%)
1-61, Shiromi 2-chome, Chuo-ku,
Osaka-shi, Osaka 540-6207, JP**

72 Inventor/es:

**UEYA, NORIYOSHI;
SAITO, MAI y
MAEDA, YASUNARI**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 989 628 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

Dispositivo ablandador de agua

Campo técnico

La invención se refiere a un dispositivo de ablandamiento de agua

5 Técnica antecedente

En las regiones de agua dura, existen problemas debido a los componentes de la dureza, como las incrustaciones y los depósitos de agua, y se requieren dispositivos de ablandamiento del agua. Como dispositivo de ablandamiento de agua, existe un procedimiento de ablandamiento de agua que utiliza una resina de intercambio iónico (ver, por ejemplo, el Documento de Patente 1), pero existe el problema de la generación de un líquido residual salino debido a la reproducción con sal. Además, existe un procedimiento de ablandamiento de agua que utiliza EDI, una membrana de RO o similar (véase, por ejemplo, el documento de patente 2); sin embargo, existe el problema de la gran cantidad de aguas residuales.

El documento de patente 3 describe un sistema de producción de agua iónica electrolizada en el que el agua iónica ácida y el agua iónica alcalina se producen mediante electrólisis de agua o salmuera entre un par de electrodos en un electrolizador y se descargan a través de conductos de descarga para su uso de manera apropiada, y en el que el voltaje CC entre los electrodos se invierte la polaridad para eliminar los contaminantes adheridos al electrodo negativo en el electrolizador. En el sistema de producción, el agua de inversión producida en el electrolizador en un módulo de limpieza se descarga de tal manera que se utilice como agua iónica adecuada, y los contaminantes se eliminan sin causar la entrada del agua de inversión a un tanque de almacenamiento de agua iónica de calidad adecuada.

20 Documento de la técnica anterior

Documentos de patente

Documento de patente 1: Patente japonesa No. 3145240

Documento de patente 2: WO 2007/132685 A1

Documento de patente 3: EE.UU. 5 728 274

25 Resumen de la invención

Problemas para resolver con la invención

Es imaginable un dispositivo de ablandamiento de agua que ablande el agua mediante electrólisis. En tal dispositivo de ablandamiento de agua que utiliza electrólisis, es deseable reducir aún más la dureza del agua blanda que finalmente se producirá.

30 Por lo tanto, un objeto de la invención es resolver el problema anterior y proporcionar un dispositivo de ablandamiento de agua capaz de reducir aún más la dureza del agua blanda.

Medios para resolver los problemas

Para lograr el objetivo anterior, un dispositivo de ablandamiento de agua según la invención incluye: un dispositivo de electrólisis que genera agua alcalina y agua ácida mediante electrólisis; una primera vía de flujo de circulación y una segunda vía de flujo de circulación conectadas al dispositivo de electrólisis, siendo capaces la primera vía de flujo de circulación y la segunda vía de flujo de circulación de pasar alternativamente el agua alcalina y el agua ácida generada por el dispositivo de electrólisis; un primer sensor que detecta un parámetro del agua que fluye a través del primer trayecto de flujo de circulación; un segundo sensor que detecta un parámetro del agua que fluye a través de la segunda vía de flujo de circulación; y un controlador, en el que el controlador controla el dispositivo de electrólisis para ejecutar un primer módulo en el que se permite que el agua alcalina fluya a través de la primera vía de flujo de circulación y se permite que el agua ácida fluya a través de la segunda vía de flujo de circulación, y un segundo módulo en el que se permite que el agua ácida fluya a través de la primera vía de flujo de circulación y se permite que el agua alcalina fluya a través de la segunda vía de flujo de circulación, y controles para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis basándose en un valor de detección del primer sensor o el segundo sensor en el primer módulo y el segundo módulo.

Efectos de la invención

Según el dispositivo descalcificador de agua de la invención, se puede reducir aún más la dureza del agua blanda.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo de ablandamiento de agua según una realización.

- La figura 2 es un diagrama de flujo del dispositivo de ablandamiento de agua ilustrado en la figura 1 ejecutando un primer módulo.
- La figura 3 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de inyección de agua cruda.
- La figura 4 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de tratamiento de cristalización.
- 5 La figura 5 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de suministro de agua ácida.
- La figura 6 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de suministro de agua alcalina.
- La figura 7 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de limpieza de tuberías.
- La figura 8 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un primer módulo de limpieza de tanque electrolítico.
- La figura 9 es un diagrama de flujo que muestra un procedimiento para determinar la continuación/detención de la
- 10 electrólisis en el primer módulo de tratamiento de cristalización.
- La figura 10 es un gráfico que muestra la transición temporal de "pH alcalino" e "Índice de separación de iones" en el primer módulo de tratamiento de cristalización.
- La figura 11 es un diagrama de flujo del dispositivo de ablandamiento de agua ilustrado en la figura 1 ejecutando un segundo módulo.
- 15 La figura 12 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de inyección de agua cruda.
- La figura 13 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de tratamiento de cristalización en el segundo módulo.
- La figura 14 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de suministro de agua ácida en el segundo módulo.
- 20 La figura 15 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de suministro de agua alcalina.
- La figura 16 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de limpieza de tuberías.
- La figura 17 es un diagrama que ilustra un flujo de agua en un segundo módulo de limpieza de tanque electrolítico en el segundo módulo.
- La figura 18A es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de parámetros en un caso en el que se
- 25 utiliza un sensor de conductividad o un sensor TDS.
- La figura 18B es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de parámetros en un caso en el que se utiliza un sensor de turbidez o un sensor de cromaticidad.
- La figura 18C es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de parámetros en un caso en el que se utiliza un sensor de dureza.

30 Módulos para realizar la invención

A continuación, se describirá en detalle una realización según la invención con referencia a los dibujos. Obsérvese que la invención no está limitada por la realización.

(Realización)

La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo 2 de ablandamiento de agua según la realización.

- 35 El dispositivo de ablandamiento de agua 2 es un dispositivo para eliminar del agua iones metálicos como componentes de dureza mediante electrólisis. Los iones metálicos aquí son iones de calcio (Ca^{2+}) e iones de magnesio (Mg^{2+}). El dispositivo de ablandamiento de agua 2 según la realización es un dispositivo de ablandamiento de agua para producir agua blanda eliminando y separando iones metálicos del agua dura para reducir la concentración (dureza) de iones
- 40 metálicos en agua dura a una concentración predeterminada o menor. Como definición de agua dura y agua blanda, por ejemplo, se puede utilizar la definición de la OMS. Es decir, el agua con una dureza inferior a 120 mg/L puede definirse como agua blanda, y el agua con una dureza de 120 mg/l o más puede definirse como agua dura.

- El dispositivo de ablandamiento de agua 2 mostrado en la figura 1 incluye vías de flujo de agua cruda 4A y 4B, tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B, vías de flujo de circulación 8A y 8B, una bomba 10, un dispositivo de electrólisis 12,
- 45 sensores de pH 14A y 14B, un dispositivo de separación 16, un tanque intermedio 18, un tanque de almacenamiento de agua 20 y un controlador 21. El dispositivo de ablandamiento de agua 2 incluye además válvulas 22A y 22B, una válvula 24, una válvula 26, válvulas 28A y 28B, una válvula 30 y una válvula 32 como válvulas diversas.

- Las vías de flujo de agua cruda 4A y 4B son vías de flujo para suministrar agua cruda a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B, respectivamente. El agua cruda es, por ejemplo, agua dura. Los lados aguas arriba de las vías de flujo de agua cruda 4A y 4B están conectados a una fuente de agua que no se ilustra, y los lados aguas abajo de los
- 50 mismos están conectados a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B. Las válvulas 22A y 22B están dispuestas en las vías de flujo de agua cruda 4A y 4B, respectivamente. A través de la apertura y el cierre de las válvulas 22A y 22B, se controla respectivamente el suministro/detención de agua desde las vías de flujo de agua cruda 4A y 4B a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B.

- Cada uno de los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B es un tanque de almacenamiento de agua para realizar el
- 55 tratamiento por lotes. Cada uno de los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B está provisto de un sensor de flotador (no ilustrado) que puede detectar la cantidad de agua almacenada. Las vías de flujo de circulación 8A y 8B están conectadas a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B, respectivamente.

ES 2 989 628 T3

- 5 Las vías de flujo de circulación 8A y 8B son dos vías de flujo de circulación conectadas a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B. Las vías de flujo de circulación 8A y 8B se extienden aguas abajo de los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B respectivamente, y se juntan en una posición conectada a la válvula 24 para formar una vía de flujo. Las vías de flujo de circulación 8A y 8B como una vía de flujo están conectadas al dispositivo de separación eléctrica 12 a través de la bomba 10 y la válvula 26.
- 10 El suministro/detención de agua desde los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B al dispositivo de electrólisis 12 se controlan abriendo y cerrando la válvula 24 y la válvula 26. Al accionar la bomba 10 proporcionada entre la válvula 24 y la válvula 26, el agua fluye desde los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B hacia el lado aguas abajo.
- 15 El dispositivo de electrólisis 12 es un dispositivo que genera agua alcalina y agua ácida electrolizando el agua suministrada a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B. El dispositivo de electrólisis 12 incluye un electrodo positivo (ánodo), un electrodo negativo (cátodo) y un diafragma proporcionado entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, y electroliza el agua aplicando un voltaje entre el electrodo positivo y el electrodo negativo para generar agua alcalina y agua ácida.
- 20 Corriente abajo del dispositivo de electrólisis 12, las vías de flujo de circulación 8A y 8B están conectadas como dos vías de flujo.
- Cada una de las vías de flujo de circulación 8A y 8B conectadas al lado aguas abajo del dispositivo de electrólisis 12 puede pasar alternativamente agua alcalina y agua ácida generada por el dispositivo de electrólisis 12. Cuando la vía de flujo de circulación 8A permite que fluya agua alcalina, la vía de flujo de circulación 8B permite que fluya agua ácida, y cuando la vía de flujo de circulación 8A permite que fluya agua ácida, la vía de flujo de circulación 8B permite que fluya agua alcalina.
- 25 La vía de flujo de circulación 8A conectada al lado aguas abajo del dispositivo de electrólisis 12 está provista de una válvula 28A y un sensor de pH 14A en el medio de la misma, y está conectada al tanque de tratamiento por lotes 6A. De manera similar, la vía de flujo de circulación 8B conectada al lado aguas abajo del dispositivo de electrólisis 12 está provista de una válvula 28B y un sensor de pH 14B en el medio de la misma, y está conectada al tanque de tratamiento por lotes 6B. A través de la apertura y el cierre de las válvulas 28A y 28B, se controla respectivamente el suministro/detención de agua desde el dispositivo de electrólisis 12 a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B.
- 30 Las vías de flujo de circulación 8A y 8B que tienen las configuraciones descritas anteriormente constituyen vías de flujo de circulación que regresan respectivamente desde los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B a través del dispositivo de electrólisis 12. Las vías de flujo de circulación 8A y 8B de la presente realización se juntan en una posición entre la válvula 24 y el dispositivo de electrólisis 12 para formar una vía de flujo. En comparación con el caso en el que las vías de flujo de circulación 8A y 8B son vías de flujo independientes sin juntarse, la configuración del dispositivo de ablandamiento de agua 2 se puede simplificar de modo que sólo se requiera una bomba 10.
- 35 Los sensores de pH 14A y 14B son sensores para detectar valores de pH como parámetros del agua que fluye a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B, respectivamente. Los valores de pH detectados por los sensores de pH 14A y 14B se usan como parámetros para determinar la continuación/detención de la electrólisis por el dispositivo de electrólisis 12 como se describe más adelante. Los detalles se describirán más adelante.
- 40 Además de las vías de flujo de circulación 8A y 8B, una vía de flujo 34 está conectada a la válvula 26 proporcionada en una posición donde las vías de flujo de circulación 8A y 8B se juntan para formar una vía de flujo. La vía de flujo 34 está conectada al dispositivo de separación 16.
- 45 El dispositivo de separación 16 es un dispositivo que separa cristales de componentes metálicos del agua suministrada desde la vía de flujo 34. El dispositivo de separación 16 según la realización es un dispositivo de separación de tipo ciclón que separa sólidos tales como cristales contenidos en agua mediante separación centrífuga.
- Una vía de flujo 36 y una vía de flujo 38 están conectadas al dispositivo de separación 16 como dos vías de flujo. La vía de flujo 36 es una vía de flujo a través de la cual fluye agua de la que se han separado cristales mediante el dispositivo de separación 16. La vía de flujo 38 es una vía de flujo de drenaje a través de la cual fluye agua de drenaje que contiene cristales separados por el dispositivo de separación 16, y se extiende fuera del dispositivo de ablandamiento de agua 2.
- 50 La vía de flujo 36 a través de la cual fluye el agua obtenida separando cristales está conectada a la válvula 30. Una vía de flujo 40 y una vía de flujo 41 están conectadas a la válvula 30.
- La vía de flujo 40 es una vía de flujo conectada al tanque intermedio 18. El tanque intermedio 18 es un tanque para almacenar temporalmente agua que fluye a través de la vía de flujo 40. A través de la apertura y el cierre de la válvula 30, se controla el suministro/detención de agua del dispositivo de separación 16 al tanque intermedio 18 a través de las vías de flujo 36 y 40.

ES 2 989 628 T3

La vía de flujo 41 es una vía de flujo de derivación para conectar los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B y el tanque intermedio 18 sin fluir a través del dispositivo de electrólisis 12 y el dispositivo de separación 16. Dos vías de flujo 41A y 41B están conectadas a la vía de flujo 41, y las vías de flujo 41A y 41B están conectadas respectivamente a las válvulas 28A y 28B descritas anteriormente.

5 Una línea de suministro de CO₂ 42 está conectada al tanque intermedio 18. La línea de suministro de CO₂ 42 es una tubería para suministrar gas CO₂ al agua almacenada en el tanque intermedio 18. Al suministrar el gas CO₂ a través de la línea de suministro de CO₂ 42, se puede reducir la turbiedad del agua almacenada en el tanque intermedio 18. Se ubica una válvula 32 en medio de la línea 42 de suministro de CO₂, y el suministro/detención del gas CO₂ se controla abriendo y cerrando la válvula 32.

10 Una vía de flujo 44 está conectada además al tanque intermedio 18. La vía de flujo 44 está conectada al tanque de almacenamiento de agua 20.

El tanque de almacenamiento de agua 20 es un tanque para almacenar el agua tratada cuyo tratamiento de ablandamiento de agua se ha completado. El agua tratada almacenada en el tanque de almacenamiento de agua 20, es decir, agua blanda, puede suministrarse a un grifo de agua o similar para ser utilizada por un usuario final.

15 El tanque de almacenamiento de agua 20 está provisto de un sensor de presión (no ilustrado). La cantidad de agua almacenada del tanque de almacenamiento de agua 20 se puede detectar detectando una disminución de la presión debido al consumo del agua tratada por el sensor de presión.

20 El controlador 21 es un miembro que controla cada componente del dispositivo de ablandamiento de agua 2 descrito anteriormente. El controlador 21 está conectado eléctricamente a cada componente del dispositivo de ablandamiento de agua 2, y ejecuta control de apertura/cierre de cada válvula, control de ENCENDIDO/APAGADO de la bomba 10, control de ENCENDIDO/APAGADO del dispositivo de electrólisis 12, control de ENCENDIDO/APAGADO del dispositivo de separación 16, y similares. El controlador 21 incluye, por ejemplo, un microordenador que incluye un procesador y una memoria que almacena un programa informático ejecutado por el procesador.

25 El controlador 21 de la presente realización opera el dispositivo de ablandamiento de agua 2 en cada uno del primer módulo y del segundo módulo como dos módulos de operación.

En primer lugar, se describirá el primer módulo con referencia a las figuras 2 y 3 a 8. La figura 2 es un diagrama de flujo del uso del dispositivo de ablandamiento de agua 2 ejecutando el primer módulo. Las figuras 3 a 8 son diagramas esquemáticos que muestran un flujo de agua y similares cuando se ejecuta el primer módulo según el diagrama de flujo mostrado en la figura 2.

30 (Primer módulo de inyección de agua cruda)

Como se muestra en la figura 2, el controlador 21 ejecuta primero el primer módulo de inyección de agua cruda (S1-1). El primer módulo de inyección de agua cruda es un módulo en el que se inyecta agua dura como agua cruda en el dispositivo de ablandamiento de agua 2 al iniciar el funcionamiento del dispositivo de ablandamiento de agua 2. Específicamente, el controlador 21 controla para generar un flujo como se ilustra en la figura 3. En la figura 3 y los siguientes dibujos, el flujo de agua está representado por una flecha y se supone que no ocurre ningún flujo de agua en una trayectoria de flujo sin una flecha. Además, un estado en el que la válvula está abierta se indica mediante un sombreado, y un estado en el que la válvula está cerrada se indica mediante un relleno en negro.

40 El controlador 21 abre la válvula 22A para que el agua cruda fluya a través de la vía de flujo de agua cruda 4A. Al hacer pasar el agua cruda a través de la vía de flujo de agua cruda 4A, el agua cruda fluye a través de la vía de flujo de agua cruda 4A hasta el tanque de tratamiento por lotes 6A y se almacena en el tanque de tratamiento por lotes 6A. En este momento, el controlador 21 controla el cierre de la válvula 22B.

Cuando una cantidad predeterminada (por ejemplo, 10 l) de agua cruda fluye a través del tanque de tratamiento por lotes 6A, el controlador 21 cierra la válvula 22A y ejecuta el primer módulo de tratamiento de cristalización (paso S2-1).

45 (Primer módulo de tratamiento de cristalización)

50 La figura 4 muestra un primer módulo de tratamiento de cristalización. El controlador 21 controla el suministro del agua cruda almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6A al dispositivo de electrólisis 12. Específicamente, mientras se acciona la bomba 10, la válvula 24 se abre para permitir que el agua fluya desde el tanque de tratamiento por lotes 6A a la vía de flujo de circulación 8A, y la válvula 26 se abre para permitir que el agua fluya hacia el dispositivo de electrólisis 12. En este momento, el controlador 21 controla la apertura y el cierre de la válvula 24 para detener el agua aguas abajo del tanque de tratamiento por lotes 6B.

El controlador 21 acciona además el dispositivo de electrólisis 12 para electrolizar el agua cruda suministrada desde el tanque de tratamiento por lotes 6A, generando de este modo agua alcalina y agua ácida.

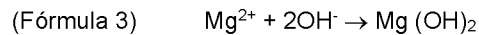
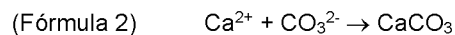
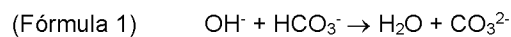
En el primer módulo de tratamiento de cristalización, el dispositivo de electrólisis 12 se controla de manera tal que el agua alcalina y el agua ácida generadas por el dispositivo de electrólisis 12, el agua alcalina fluye a través de la vía de flujo de circulación 8A y el agua ácida fluye a través de la vía de flujo de circulación 8B.

5 El controlador 21 controla la apertura y el cierre de la válvula 28A para devolver el agua alcalina que ha fluido a través de la vía de flujo de circulación 8A al tanque de tratamiento por lotes 6A, y controla la apertura y el cierre de la válvula 28B para devolver el agua ácida que fluyó a través de la vía de flujo de circulación 8B hasta el tanque de tratamiento por lotes 6B. Como resultado, se genera un flujo de flecha mostrado en la figura 4.

10 Según la operación anterior, mientras se consume el agua cruda en el tanque de tratamiento por lotes 6A, aproximadamente la mitad de la cantidad de consumo de agua alcalina se almacena nuevamente en el tanque de tratamiento por lotes 6A, de modo que la cantidad de agua almacenada disminuye en consecuencia, y el valor de pH detectado por el sensor de pH 14A aumenta. Por otro lado, dado que el agua ácida se almacena en el tanque de tratamiento por lotes 6B, la cantidad de agua almacenada aumenta y el valor de pH detectado por el sensor de pH 14B se mantiene en un valor bajo.

15 En la vía de flujo de circulación 8A que incluye el tanque de tratamiento por lotes 6A, la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 se realiza continuamente mientras circula el agua mezclada del agua cruda y el agua alcalina, y el valor del pH también aumenta continuamente.

20 Aquí, los iones metálicos como Ca^{2+} y Mg^{2+} contenidos en el agua cruda se someten a electroforesis desde el ánodo (agua ácida) al cátodo (agua alcalina) a través del diafragma mediante electrólisis, y así disminuye la dureza del agua ácida. Por otra parte, incluso en agua alcalina que contiene una gran cantidad de OH^- , se producen reacciones de las siguientes fórmulas 1 a 3, de modo que disminuye la dureza del agua.



25 Como en la Fórmula 1, el OH^- contenido en agua alcalina reacciona con HCO_3^- (ion bicarbonato) en agua para producir agua y CO_3^{2-} (ion carbonato). El CO_3^{2-} generado en la reacción de la Fórmula 1 reacciona con Ca^{2+} como en la Fórmula 2 para generar CaCO_3 (carbonato de calcio) insoluble. Como en la Fórmula 3, el Mg^{2+} reacciona con el OH^- contenido en agua alcalina para generar $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (hidróxido de magnesio) insoluble. A medida que CaCO_3 y $\text{Mg}(\text{OH})_2$ cristalizan y precipitan, la concentración de iones metálicos en el agua alcalina también disminuye, de modo que la dureza del agua alcalina también disminuye. Como resultado, se reduce la dureza tanto del agua ácida como del agua alcalina.

30 Suministrando continuamente agua alcalina a la vía de flujo de circulación 8A y haciendo circular el agua alcalina, se provoca continuamente que las reacciones de las Fórmulas 1 a 3 anteriores cristalicen y precipiten iones metálicos en el agua alcalina, y la dureza del agua cruda puede ser reducida.

35 El controlador 21 finaliza el primer módulo de tratamiento de cristalización en un momento predeterminado y ejecuta el siguiente primer módulo de suministro de agua ácida (paso S3-1). El momento de finalizar el primer módulo de tratamiento de cristalización se determina basándose en el valor de pH del agua alcalina detectado por el sensor de pH 14A. Los detalles se describirán más adelante.

(Primer módulo de suministro de agua ácida)

40 La figura 5 ilustra un primer módulo de suministro de agua ácida. El controlador 21 controla el agua ácida almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6B para ser suministrada al tanque intermedio 18 a través del dispositivo de separación 16. Específicamente, mientras se acciona la bomba 10, la válvula 24 se abre para permitir que fluya agua desde el tanque de tratamiento por lotes 6B a la vía de flujo de circulación 8B, y la válvula 26 se abre para permitir que el agua fluya desde la vía de flujo de circulación 8B a la vía de flujo 34.

45 El controlador 21 no opera el dispositivo de separación 16, y permite que el agua ácida que ha alcanzado el dispositivo de separación 16 pase para fluir a través de la vía de flujo 36. El controlador 21 abre además la válvula 30 para permitir que el agua ácida que ha fluido a través de la vía de flujo 36 para fluir a través de la vía de flujo 40. Como resultado, se permite que el agua ácida fluya a través de la vía de flujo 40 hasta el tanque intermedio 18.

50 Según la operación anterior, la cantidad de almacenamiento de agua ácida en el tanque intermedio 18 aumenta, mientras que la cantidad de almacenamiento de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B disminuye. El controlador 21 de la presente realización continúa el primer módulo de suministro de agua ácida hasta que la cantidad de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B disminuye a una cantidad predeterminada (por ejemplo, 2 L). Cuando la cantidad de almacenamiento de agua del tanque de tratamiento por lotes 6B disminuye a la cantidad predeterminada, el controlador 21 detiene el primer módulo de suministro de agua ácida y ejecuta el siguiente primer módulo de suministro de agua alcalina (S4-1).

(Primer módulo de suministro de agua alcalina)

5 La figura 6 ilustra un primer módulo de suministro de agua alcalina. El controlador 21 controla el agua alcalina almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6A para ser suministrada al tanque intermedio 18 a través del dispositivo de separación 16. Mientras el funcionamiento del dispositivo de separación 16 se detiene en el primer módulo de suministro de agua ácida descrito anteriormente, los cristales son separados del agua alcalina operando el dispositivo de separación 16 en el primer módulo de suministro de agua alcalina.

Como se muestra en la figura 6, mientras se acciona la bomba 10, la válvula 24 se abre para permitir que el agua fluya desde el tanque de tratamiento por lotes 6A a la vía de flujo de circulación 8A, y la válvula 26 se abre para permitir que el agua fluya desde la vía de flujo de circulación 8A a la vía de flujo 34.

10 El controlador 21 separa los cristales contenidos en el agua alcalina mediante separación centrífuga accionando el dispositivo de separación 16. El dispositivo de separación 16 hace que el agua alcalina de la que se han separado los cristales fluya a través de la vía de flujo 36, y hace que fluya el agua de drenaje que contiene cristales a través de la vía de flujo 38 para ser drenado.

15 El agua alcalina después de la separación de cristales que ha fluido a través de la vía de flujo 36 fluye a través del tanque intermedio 18 a través de la vía de flujo 40. Dado que el agua ácida ya está almacenada en el tanque intermedio 18, el agua alcalina y el agua ácida se mezclan en el tanque intermedio 18. El agua mezclada del agua alcalina y el agua ácida se neutralizan y el valor del pH se vuelve un valor cercano al neutro. Dado que la dureza tanto del agua alcalina como del agua ácida es baja como se describió anteriormente, la dureza del agua mezclada también es baja. Como resultado, el agua mezclada almacenada en el tanque intermedio 18 se genera como agua blanda que tiene un valor de pH cercano al neutro y una dureza baja.

20 El agua alcalina suministrada al tanque intermedio 18 puede contener cristales de CaCO_3 que no podrían separarse mediante el dispositivo de separación 16. El controlador 21 suministra CO_2 al tanque intermedio 18 controlando la apertura y el cierre de la válvula 32 para suministrar CO_2 desde la línea de suministro de CO_2 42 según sea necesario. Esto acelera la reacción de la siguiente Fórmula 4.

25 (Fórmula 4) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

El CaCO_3 cristalino reacciona con CO_2 y H_2O para generar $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ soluble. El cristal se puede disolver en agua mediante la reacción y se puede reducir la turbidez del agua tratada. Tener en cuenta que se omite la fórmula de reacción para Mg^{2+} .

30 Según la operación anterior, mientras aumenta la cantidad de almacenamiento del agua mezclada en el tanque intermedio 18, la cantidad de almacenamiento del agua alcalina en el tanque de tratamiento por lotes 6A disminuye. El controlador 21 de la presente realización continúa el primer módulo de suministro de agua alcalina hasta que la cantidad de almacenamiento de agua del tanque de tratamiento por lotes 6A llega a cero. Cuando la cantidad de almacenamiento de agua del tanque de tratamiento por lotes 6A llega a cero, el controlador 21 detiene el primer módulo de suministro de agua alcalina y ejecuta el siguiente primer módulo de limpieza de tuberías (S5-1).

35 (Primer módulo de limpieza de tuberías)

La figura 7 ilustra el primer módulo de limpieza de tuberías. El controlador 21 controla el agua ácida que queda en el tanque de tratamiento por lotes 6B para ser devuelta a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B a través del dispositivo de separación 16 y las vías de flujo de derivación 41, 41A, 41B.

40 Específicamente, mientras se acciona la bomba 10, la válvula 24 se abre para permitir que el agua fluya desde el tanque de tratamiento por lotes 6B hasta la vía de flujo de circulación 8B, y la válvula 26 se abre para permitir que el agua fluya desde la vía de flujo de circulación 8B hasta la vía de flujo 34. El controlador 21 no opera el dispositivo de separación 16, y permite que el agua ácida que ha llegado al dispositivo de separación 16 pase para fluir a través de la vía de flujo 36.

45 El controlador 21 controla además la apertura y el cierre de la válvula 30 de manera que el agua ácida que ha fluido a través de la vía de flujo 36 fluya a través de la vía de flujo 41 y las vías de flujo 41A, 41B. El controlador 21 controla además la apertura y el cierre de las válvulas 28A y 28B de modo que el agua ácida que ha fluido a través de las vías de flujo 41A y 41B fluya a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B hacia los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B.

50 Como resultado, se genera un flujo de agua ácida como se ilustra en la figura 7. Cuando el agua ácida fluye a través de cada tubería, las incrustaciones (CaCO_3) adheridas a la superficie de la pared interior de cada tubería se pueden disolver en el agua ácida para así limpiar cada tubería.

Según la operación anterior, la cantidad almacenada de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6A aumenta, y la cantidad almacenada de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B disminuye. Cuando ha fluido una cantidad predeterminada (por ejemplo, 1 L) de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B, el controlador 21

finaliza el primer módulo de limpieza de tuberías y ejecuta el siguiente primer módulo de limpieza del tanque electrolítico (S6-1).

(Primer módulo de limpieza del tanque electrolítico)

5 La figura 8 ilustra el primer módulo de limpieza del tanque electrolítico. El controlador 21 controla el agua ácida que queda en el tanque de tratamiento por lotes 6B para ser devuelta a los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B a través del dispositivo de electrólisis 12.

10 Específicamente, mientras se acciona la bomba 10, la válvula 24 se abre para permitir que el agua fluya desde el tanque de tratamiento por lotes 6B hasta la vía de flujo de circulación 8B, y la válvula 26 se abre para permitir que el agua fluya desde la vía de flujo de circulación 8B hasta el dispositivo de electrólisis 12. El controlador 21 no opera el dispositivo de electrólisis 12, y permite que el agua ácida que llega al dispositivo de electrólisis 12 pase como está sin ser electrolizada, y fluya a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B. El controlador 21 controla además la apertura y el cierre de las válvulas 28A y 28B de modo que el agua ácida descargada desde el dispositivo de electrólisis 12 fluya a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B hacia los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B.

15 Como resultado, se genera un flujo de agua ácida como se ilustra en la figura 8. Cuando el agua ácida fluye a través del dispositivo de electrólisis 12 y por cada tubería, las incrustaciones unidas al dispositivo de electrólisis 12 y a la superficie de la pared interior de cada tubería se pueden disolver en el agua ácida para limpiar el dispositivo de electrólisis 12 y cada una de las tuberías.

20 Según la operación anterior, la cantidad almacenada de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6A aumenta, y la cantidad almacenada de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B disminuye. Cuando ha fluído una cantidad predeterminada (por ejemplo, 1 litro) de agua ácida en el tanque de tratamiento por lotes 6B, el controlador 21 finaliza el primer módulo de limpieza del tanque electrolítico. El agua ácida que quede en los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B puede desecharse posteriormente.

La ejecución del primer módulo se completa ejecutando los pasos S1-1 a S6-1 descritos anteriormente.

25 Aquí, se describirá un procedimiento para determinar la continuación/detención de la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 en el primer módulo de tratamiento de cristalización (S2-1) con referencia a las figuras 4 y 9. La figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de un procedimiento para determinar la continuación/detención de la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12.

30 En el flujo de agua del dispositivo de ablandamiento de agua 2 ilustrado en la figura 4, el controlador 21 monitorea el valor de pH del agua alcalina basándose en el valor de detección transmitido periódicamente desde el sensor de pH 14A. Como se muestra en la figura 9, el controlador 21 determina si un valor de variación del valor de pH del agua alcalina durante un período predeterminado está o no dentro de un rango predeterminado (S7: primera determinación). El periodo predeterminado es, por ejemplo, 1 minuto, y el intervalo predeterminado es, por ejemplo, -0,02 a 0,02.

35 Cuando se determina que el valor de variación durante el período predeterminado no está dentro del rango predeterminado en la primera determinación (NO en S7), el controlador 21 ejecuta el paso S7 nuevamente. Cuando, en la primera determinación, se determina que el valor de variación durante el período predeterminado está dentro del rango predeterminado (SÍ en S7), el controlador 21 determina entonces si el valor aumentado durante el período predeterminado es o no el valor predeterminado o más con respecto al valor de pH del agua alcalina (S8: segunda determinación). El período predeterminado es, por ejemplo, 1 minuto y el valor predeterminado es, por ejemplo, 0,05.

40 Cuando se determina que el valor aumentado durante el período predeterminado no es el valor predeterminado o más en la segunda determinación (NO en S8), el controlador 21 ejecuta el paso S8 nuevamente. Cuando se determina que el valor aumentado durante el período predeterminado es el valor predeterminado o más en la segunda determinación (SÍ en S8), el controlador 21 detiene la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 (S9). Al detener la electrólisis, finaliza el primer módulo de tratamiento de cristalización (S2-1) y el módulo cambia al primer módulo de suministro de agua ácida (S3-1).

45 La figura 10 muestra un ejemplo de datos experimentales relacionados con el procedimiento para determinar la continuación/detención de la electrólisis descrita en la figura 9. La figura 10 es un gráfico que muestra la transición temporal de "pH ALCALINO" e "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" en el primer módulo de tratamiento de cristalización realizado bajo condiciones predeterminadas. El eje horizontal representa el tiempo

y el eje vertical representa el "pH ALCALINO" y la "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES".

50 El "pH ALCALINO" es un valor de detección del sensor de pH 14A e indica un valor de pH del agua alcalina (sin unidad). La "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" es una relación que se obtiene dividiendo la dureza del agua ácida después de la electrólisis por la dureza del agua cruda antes de la electrólisis (unidad: %). La tasa de separación de iones es un índice que indica el grado de disminución de la dureza del agua cruda debido a la electrólisis. Cuanto mayor es la tasa de separación de iones, menor es la dureza del agua ácida. La tasa de separación de iones se calcula detectando la dureza del agua cruda y del agua ácida usando un sensor de dureza que no se ilustra.

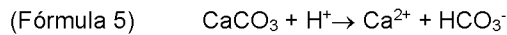
55

Como se muestra en la figura 10, cuando se inicia la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12, el valor de "pH ALCALINO" aumenta a medida que se genera agua alcalina. Por otro lado, dado que los iones metálicos son atraídos por el agua alcalina mediante electroforesis y la dureza del agua ácida disminuye, la "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" también aumenta.

5 A partir de entonces, el aumento del pH alcalino y el aumento de la tasa de separación de iones se detienen y se alcanza un estado estacionario (después de aproximadamente 2 minutos desde el inicio). En el estado estacionario, progresan las reacciones de las Fórmulas 1 a 3 descritas anteriormente, y progresa la cristalización de los componentes metálicos.

10 Después de varios minutos del estado estacionario (desde aproximadamente 2 minutos hasta aproximadamente 8 minutos desde el inicio), el pH alcalino comienza a aumentar nuevamente y la tasa de separación de iones comienza a disminuir bruscamente.

15 La razón por la que el pH alcalino vuelve a aumentar es que a medida que avanzan las reacciones de las Fórmulas 1 a 3, las sustancias (HCO_3^- y similares) requeridas para las reacciones de las Fórmulas 1 a 3 se reducen en cantidad a partir del agua, de modo que las reacciones de Las fórmulas 1 a 3 se ralentizan y se reduce el consumo de OH^- . Además, la razón por la cual la tasa de separación de iones cae es que la cristalización procede mediante las reacciones de las Fórmulas 1 a 3 para aumentar la masa de los cristales, mediante la cual los cristales de CaCO_3 se disuelven en un ácido (H^+) para generar Ca^{2+} como en la siguiente Fórmula 5, y la dureza del agua ácida aumenta. Tener en cuenta que se omite la fórmula de reacción para $\text{Mg}(\text{OH})_2$.



20 En vista del hecho de que el "pH ALCALINO" y la "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" exhiben comportamientos como se muestra en la figura 10, el controlador 21 de la presente realización realiza la primera determinación (S7) y la segunda determinación (S8) descritas anteriormente.

25 Al determinar si el valor de variación del pH alcalino durante el período predeterminado está dentro del rango predeterminado mediante la primera determinación (S7), es posible determinar si está o no en el estado estacionario (período después de aproximadamente 2 minutos hasta unos 8 minutos) como se muestra en el gráfico de la figura 10.

30 Además, después de que se determina el estado estacionario mediante la primera determinación (S7), se determina si el valor incrementado del pH alcalino durante el período predeterminado es un valor predeterminado o mayor mediante la segunda determinación (S8). Como resultado, se puede determinar si el pH alcalino ha vuelto a aumentar (después de aproximadamente 8 minutos) como se muestra en el gráfico de la figura 10.

35 Cuando se detecta el nuevo aumento del pH alcalino mediante la segunda determinación (S8), se controla que se detenga (S9) la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12, de modo que la electrólisis se pueda detener en un momento determinado (después de aproximadamente 8 minutos) antes de que la tasa de separación de iones comience a caer bruscamente. Como resultado, la dureza del agua ácida generada por electrólisis se puede mantener en un valor bajo, y también se puede reducir la dureza del agua blanda finalmente producida al mezclar el agua ácida y el agua alcalina. De este modo se puede reducir la dureza del agua blanda en el dispositivo de ablandamiento de agua 2 que ablanda el agua mediante electrólisis.

40 Al ejecutar el primer módulo que incluye los pasos S1-1 a S6-1 descritos anteriormente, el dispositivo de ablandamiento de agua 2 de la presente realización reemplaza los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B y las vías de flujo de circulación 8A y 8B usados en el primer módulo, y ejecuta el segundo módulo como el tratamiento similar de ablandamiento de agua. Específicamente, después de ejecutar el primer módulo, el controlador 21 ejecuta el segundo módulo según el diagrama de flujo mostrado en la figura 11.

45 Como se muestra en la figura 11, en el segundo módulo, el controlador 21 ejecuta secuencialmente un segundo módulo de inyección de agua cruda (S1-2), un segundo módulo de tratamiento de cristalización (S2-2), un segundo módulo de suministro de agua ácida (S3-2), un segundo módulo de suministro de agua alcalina (S4-2), un segundo módulo de limpieza de tuberías (S5-2) y un segundo módulo de limpieza del tanque electrolítico (S6-2).

50 El flujo de agua en cada módulo de los pasos S1-2 a S6-2 se muestra en las figuras 12 a 17. La figura 12 muestra un segundo módulo de inyección de agua cruda, la figura 13 muestra un segundo módulo de tratamiento de cristalización, la figura 14 muestra un segundo módulo de suministro de agua ácida, la figura 15 muestra un segundo módulo de suministro de agua alcalina, la figura 16 muestra un segundo módulo de limpieza de tuberías y la figura 17 muestra un segundo módulo de limpieza del tanque electrolítico.

55 En las figuras 12 a 17, el flujo de agua está representado por una flecha como en las figuras 3 a 8, y se supone que no se produce ningún flujo de agua en una trayectoria de flujo sin una flecha. Además, un estado en el que la válvula está abierta se indica mediante un sombreado, y un estado en el que la válvula está cerrada se indica mediante un relleno en negro.

Como se muestra en las figuras 12 a 17, el segundo módulo es diferente del primer módulo sólo en que se reemplazan los tanques de tratamiento por lote 6A y 6B y las vías de flujo de circulación 8A y 8B.

5 Como se muestra en la figura 12, en el segundo módulo de inyección de agua cruda (S1-2), el agua cruda se inyecta en el tanque de tratamiento por lotes 6B. Como se muestra en la figura 13, en el segundo módulo de tratamiento de cristalización (S2-2), el agua cruda almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6B se suministra al dispositivo de electrólisis 12 para realizar la electrólisis, se permite que el agua alcalina generada fluya a través de la vía de flujo de circulación 8B mientras se circula en la vía de flujo de circulación 8B que incluye el tanque de tratamiento por lotes 6B, y se permite que el agua ácida fluya a través de la vía de flujo de circulación 8A para ser almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6A. Como se muestra en la figura 14, en el segundo módulo de suministro de agua ácida (S3-2), el agua ácida almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6A se suministra al tanque intermedio 18 a través del dispositivo de separación 16. Como se muestra en la figura 15, en el segundo módulo de suministro de agua alcalina (S4-2), mientras que el agua alcalina almacenada en el tanque de tratamiento por lotes 6B se suministra al dispositivo de separación 16 para separar los cristales, el agua alcalina después de la separación de los cristales se suministra al tanque intermedio 18 para ser mezclada con el agua ácida. Como se muestra en la figura 16, en el segundo módulo de limpieza de tuberías (S5-2), se permite que el agua ácida que queda en el tanque de tratamiento por lotes 6A fluya hacia las vías de flujo de derivación 41, 41A, 41B a través del dispositivo de separación 16, limpiando así cada uno de los tubos. Como se muestra en la figura 17, en el segundo módulo de limpieza del tanque electrolítico (S6-2), se permite que el agua ácida que queda en el tanque de tratamiento por lotes 6A fluya hacia el dispositivo de electrólisis 12 para limpiar el dispositivo de electrólisis 12 y cada una de las tuberías.

20 Como en el primer módulo, en el segundo módulo de tratamiento de cristalización (S2-2) mostrado en la figura 13, el agua alcalina circula a través de la vía de flujo de circulación 8B mientras la electrólisis la realiza el dispositivo de electrólisis 12. Como resultado, los componentes metálicos contenidos en el agua se cristalizan mientras aumentan el valor de pH del agua que fluye a través de la vía de flujo de circulación 8B, por lo que se puede reducir la dureza del agua cruda.

25 Además, en el segundo módulo de tratamiento de cristalización (S2-2), el controlador 21 ejecuta la primera determinación (S7) y la segunda determinación (S8) ilustradas en la figura 9 para determinar la continuación/detención de la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12. Específicamente, la continuación/detención de la electrólisis por el dispositivo de electrólisis 12 se determina realizando la primera determinación (S7) y la segunda determinación (S8) mientras se monitorea el valor de pH del agua alcalina en base a el valor de detección del sensor de pH 14B proporcionado en la trayectoria de flujo de circulación 8B. Como resultado, la electrólisis se puede detener en el momento (después de aproximadamente 8 minutos) antes de que la tasa de separación de iones caiga bruscamente como se muestra en el gráfico de la figura 10, y la dureza del agua blanda que finalmente se producirá se puede reducir mientras la dureza del agua ácida se mantiene en un valor bajo.

30 El controlador 21 ejecuta alternativamente el primer módulo (S1-1 a S6-1) ilustrado en la figura 2 y el segundo módulo (S1-2 a S6-2) ilustrado en la figura 11 para producir continuamente agua blanda.

35 El dispositivo de ablandamiento de agua 2 descrito anteriormente incluye las vías de flujo de circulación 8A y 8B, el dispositivo de electrólisis 12, el sensor de pH 14A, el sensor de pH 14B y el controlador 21. El sensor de pH 14A es un primer sensor que detecta un valor de pH como un parámetro de agua que fluye a través de la vía de flujo de circulación 8A (primera vía de flujo de circulación). El sensor de pH 14B es un segundo sensor que detecta un valor de pH como parámetro del agua que fluye a través de la vía de flujo de circulación 8B (segunda vía de flujo de circulación). En tal configuración, el controlador 21 controla el dispositivo de electrólisis 12 para ejecutar el primer módulo en el que el agua alcalina fluye a través de la vía de flujo de circulación 8A y el agua ácida fluye a través de la vía de flujo de circulación 8B, y el segundo módulo en el que el agua ácida fluye a través de la vía de flujo de circulación 8A y el agua alcalina fluye a través de la vía de flujo de circulación 8B. El controlador 21 controla además para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 basándose en el valor de detección del sensor de pH 14A en el primer módulo, y controla para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 basándose en el valor de detección del sensor de pH 14B en el segundo módulo.

40 Según tal configuración, controlando el funcionamiento del dispositivo de electrólisis 12 en base a los valores de detección de los sensores de pH 14A y 14B, es posible realizar la operación de detener la electrólisis en el momento en que la "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" " comienza a caer bruscamente, es decir, en el momento en que la dureza del agua ácida comienza a aumentar. De este modo se puede reducir la dureza del agua blanda que se va a producir finalmente.

45 Además, la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 se controla para detenerse basándose en el valor de detección del sensor de pH 14A en el primer módulo, y la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 se detiene basándose en el valor de detección del sensor de pH 14B en el segundo módulo. Es decir, en el primer módulo y en el segundo módulo, la determinación de la continuación/detención de la electrólisis se basa en los parámetros del agua alcalina.

Al utilizar así el agua alcalina como objetivo de determinación, existe la ventaja de que se puede utilizar una configuración económica y de propósito general tal como los sensores de pH 14A y 14B en comparación con un caso

en el que el agua ácida es un objetivo de determinación (por ejemplo, un caso en el que la dureza del agua ácida es detectada directamente por un sensor de dureza para determinar la continuación/detención de la electrólisis).

5 En el dispositivo de ablandamiento de agua 2 de la realización, el sensor de pH 14A se proporciona aguas abajo del dispositivo de electrólisis 12 y aguas arriba del tanque de tratamiento por lotes 6A en la trayectoria de flujo de circulación 8A. Además, el sensor de pH 14B se proporciona aguas abajo del dispositivo de electrólisis 12 y aguas arriba del tanque de tratamiento por lotes 6B en la vía de flujo de circulación 8B.

10 Según dicha disposición, dado que los valores de pH tanto del agua alcalina como del agua ácida pueden detectarse mediante los sensores de pH 14A y 14B, se puede utilizar como retroalimentación para determinar la proporción de mezcla al mezclar el agua alcalina y el agua ácida, la cantidad suministrada de CO₂ por la línea 42 de suministro de CO₂, y similares.

15 En el dispositivo de ablandamiento de agua 2 según la realización, el controlador 21 determina si un valor de variación de los valores de detección (agua alcalina) de los sensores de pH 14A y 14B durante el período predeterminado está o no dentro del rango predeterminado (S7). Cuando se determina que el valor de variación está dentro del rango predeterminado (SÍ en S7), el controlador 21 determina entonces si un valor incrementado o no del valor de detección de los sensores de pH 14A, 14B durante el período predeterminado es el valor predeterminado o mayor (S8). Cuando se determina que el valor aumentado es el valor predeterminado o mayor (SÍ en S8), el controlador 21 controla para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 (S9).

20 Según dicha configuración, es posible realizar una operación de detener la electrólisis en el momento en que la "TASA DE SEPARACIÓN DE IONES" comienza a caer bruscamente, es decir, en el momento en que la dureza del agua ácida comienza a aumentar, y se puede reducir la dureza del agua blanda que finalmente se producirá.

25 El dispositivo de ablandamiento de agua 2 según la realización incluye además el tanque de tratamiento por lotes 6A (primer tanque de tratamiento por lotes) provisto en el medio de la vía de flujo de circulación 8A, el tanque de tratamiento por lotes 6B (segundo tanque de tratamiento por lotes) provisto en el medio de la vía de flujo de circulación 8B y la válvula 24. La válvula 24 controla el suministro/la parada de agua desde el primer tanque de tratamiento por lotes 6A hacia el lado aguas abajo y el suministro/la parada de agua desde el segundo tanque de tratamiento por lotes 6B hacia el lado aguas abajo. En tal configuración, el controlador 21 controla la válvula 24 para que el agua fluya aguas abajo desde el tanque de tratamiento por lotes 6A y el agua se detenga en el tanque de tratamiento por lotes 6B en el primer módulo, y controla la válvula 24 para que el agua fluya aguas abajo desde el tanque de tratamiento por lotes 6B y se detiene el agua en el tanque de tratamiento por lotes 6A en el segundo módulo.

30 Según dicha configuración, es posible realizar una operación de hacer circular el agua alcalina en cada una de las vías de flujo de circulación 8A y 8B mientras se almacena el agua ácida generada por electrólisis en los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B.

35 En el dispositivo de ablandamiento de agua 2 de la realización, las vías de flujo de circulación 8A y 8B se juntan en posiciones que se extienden aguas abajo de los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B, respectivamente, y están conectadas al dispositivo de electrólisis 12.

Según dicha configuración, se puede simplificar la configuración del dispositivo de ablandamiento de agua 2.

40 Tener en cuenta que la invención no se limita a la realización anterior y puede implementarse en varios otros modos. Por ejemplo, en la realización, se ha descrito el caso en el que la continuación/detención de la electrólisis se determina basándose en el valor de pH del agua alcalina que fluye a través de las vías de flujo de circulación 8A y 8B usando los sensores de pH 14A y 14B, pero la invención no se limita a ello. Se puede usar un sensor diferente del sensor de pH para detectar un parámetro diferente del valor de pH, y la continuación/detención de la electrólisis se puede determinar en base a el valor así detectado. Ejemplos específicos de los otros sensores incluyen un sensor de conductividad, un sensor TDS, un sensor de turbidez, un sensor de cromaticidad y un sensor de dureza. Según la invención se emplea cualquiera de entre un sensor de pH, un sensor de conductividad y un sensor de TDS.

45 El sensor de conductividad detecta "conductividad", el sensor TDS detecta "cantidad individual disuelta total", el sensor de turbidez detecta "turbidez", el sensor de cromaticidad detecta "cromaticidad" y el sensor de dureza detecta "dureza" como parámetro del agua. Las Figuras 18A a 18C muestran la transición temporal de cada parámetro en el momento de la electrólisis cuando se usan estos sensores.

50 La figura 18A es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de un valor detectado de cada parámetro en el caso en el que se utiliza un sensor de conductividad o un sensor TDS.

55 Como se muestra en la figura 18A, cuando se usa el sensor de conductividad o el sensor TDS, el valor detectado del parámetro muestra una transición temporal similar a aquella cuando se usan los sensores de pH 14A y 14B (ver figura 10). Específicamente, el parámetro aumenta con el inicio de la electrólisis, luego alcanza un estado estacionario y luego aumenta nuevamente. Dado que el momento del nuevo aumento corresponde al momento en el que la dureza del agua ácida comienza a aumentar, la continuación/detención de la electrólisis se puede determinar realizando la

primera determinación (S7) y la segunda determinación (S8) en de manera similar a la figura 9. En consecuencia, se pueden lograr las mismas operaciones y efectos que los de la realización.

La figura 18B es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de un valor detectado de cada parámetro en el caso en el que se utiliza un sensor de turbidez o un sensor de cromaticidad.

5 Como se muestra en la figura 18B, cuando se usa el sensor de turbidez o el sensor de cromaticidad, el valor detectado del parámetro muestra un comportamiento diferente al del parámetro cuando se usan los sensores de pH 14A y 14B, el sensor de conductividad o el sensor TDS. Específicamente, el parámetro aumenta con el inicio de la electrólisis, pero la velocidad de aumento disminuye gradualmente, alcanza un estado de saturación en un determinado momento y el aumento del parámetro se detiene sustancialmente. Dado que el punto de saturación en el que se detiene el aumento del parámetro corresponde al momento en que la dureza del agua ácida comienza a aumentar, la continuación/detención de la electrólisis se puede determinar determinando si se ha alcanzado o no el punto de saturación. Específicamente, basándose en el valor de detección del sensor de turbidez o del sensor de cromaticidad, se puede realizar el control de manera que la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 se detenga cuando la tasa de aumento (tasa de cambio) del parámetro por unidad de tiempo llegue a ser el valor predeterminado o menos.

15 La Figura 18C es un diagrama esquemático que ilustra la transición temporal de un valor detectado de un parámetro en el caso en el que se utiliza un sensor de dureza.

20 Como se muestra en la figura 18C, cuando se utiliza el sensor de dureza, el valor detectado del parámetro muestra un comportamiento diferente al de las figuras 18A y 18B. Específicamente, el parámetro disminuye con el inicio de la electrólisis, pero la velocidad de disminución disminuye gradualmente, alcanza un estado de saturación en un determinado momento y la disminución del parámetro se detiene sustancialmente. Dado que el punto de saturación en el que se detiene la disminución del parámetro corresponde al momento en que la dureza del agua ácida comienza a aumentar, la continuación/detención de la electrólisis puede determinarse determinando si se ha alcanzado o no el punto de saturación. Específicamente, basándose en el valor de detección del sensor de dureza, se puede realizar el control de manera que la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis 12 se detenga cuando la tasa de disminución (tasa de cambio) del parámetro por unidad de tiempo llegue a ser el valor predeterminado o menos.

25 Cuando se usa cada uno de los sensores antes descritos, no se puede usar agua alcalina sino agua ácida como objetivo de determinación de acuerdo con las características del sensor o similar. Es decir, la continuación/detención de la electrólisis se puede determinar basándose en el valor detectado del parámetro del agua ácida. Por ejemplo, cuando se usa un sensor de pH, un sensor de conductividad o un sensor de dureza, se puede usar agua ácida como objetivo de determinación en lugar de agua alcalina. En particular, al detectar la dureza del agua ácida como parámetro de determinación usando el sensor de dureza, es posible controlar más directamente el cambio de dureza del agua ácida.

30 En la realización anterior, los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B están dispuestos respectivamente en el medio de las vías de flujo de circulación 8A y 8B, pero la invención no se limita a ellos. Es posible que no se proporcionen los tanques de tratamiento por lotes 6A y 6B. Incluso en tal caso, desviando las formas y longitudes de las vías de flujo de circulación 8A y 8B o proporcionando las válvulas de manera apropiada, es posible ejecutar la operación de hacer circular el agua alcalina de manera similar al primer módulo de tratamiento de cristalización (S2-1) y el segundo módulo de tratamiento de cristalización (S2-2) descrito anteriormente.

35 En la realización anterior, el primer módulo de suministro de agua alcalina se ejecuta después del primer módulo de suministro de agua ácida en el primer módulo ilustrado en la figura 2, y el segundo módulo de suministro de agua alcalina se ejecuta después del segundo módulo de suministro de agua ácida en el segundo módulo ilustrado en la figura 11; sin embargo, la invención no se limita a esto. El modo de suministro de agua ácida se puede ejecutar después del módulo de suministro de agua alcalina.

40 Cabe señalar que, combinando adecuadamente los diversos módulos descritos anteriormente, se pueden producir los efectos de los módulos respectivos.

45 Aunque la invención se ha descrito completamente en relación con la realización preferida con referencia a los dibujos adjuntos, varios cambios y modificaciones son obvios para los expertos en la técnica. Se debe entender que dichos cambios y modificaciones están incluidos en el alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

50 Aplicabilidad Industrial

La invención es útil tanto para un dispositivo para uso casero como para un dispositivo de uso industrial

Numerales de referencia

55 2 Dispositivo de ablandamiento de agua
4A Vía de flujo de agua cruda
4B Vía del flujo de agua cruda

ES 2 989 628 T3

	6A Tanque de tratamiento por lotes (primer tanque de tratamiento por lotes)
	6B Tanque de tratamiento por lotes (segundo tanque de tratamiento por lotes)
	8A Vía del flujo de circulación (primera vía del flujo de circulación)
	8B Vía del flujo de circulación (segunda vía del flujo de circulación)
5	10 Bomba
	12 Dispositivo de electrólisis
	14A Sensor de pH (primer sensor, primer sensor de pH)
	14B Sensor de pH (segundo sensor, segundo sensor de pH)
10	16 Dispositivo de separación
	18 Tanque intermedios
	20 Tanque de almacenamiento de agua
	21 Controlador
	22A, 22B, 24, 26, 28A, 28B, 30, 32 Válvula
15	34 Vía de flujo
	36 Vía de flujo
	38 Vía de flujo (vía de flujo de drenaje)
	40 Vía de flujo
	41, 41A, 41B Vía de flujo (vía de flujo de derivación)
20	42 Línea de suministro de CO ₂
	44 Vía de flujo

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de ablandamiento de agua (2) que comprende:

un dispositivo de electrólisis (12) que genera agua alcalina y agua ácida mediante electrólisis;
 una primera vía de flujo de circulación (8A) y una segunda vía de flujo de circulación (8B) conectadas al
 dispositivo de electrólisis (12), siendo capaces la primera vía de flujo de circulación (8A) y la segunda vía de
 flujo de circulación (8B) de alternativamente pasar el agua alcalina y el agua ácida generada por el dispositivo
 de electrólisis (12);

un primer sensor (14A) que detecta un parámetro del agua que fluye a través de la primera vía de flujo de
 circulación (8A);

un segundo sensor (14B) que detecta un parámetro del agua que fluye a través de la segunda vía de flujo de
 circulación (8B); y

un controlador (21),

donde

el controlador (21)

controla el dispositivo de electrólisis (12) para ejecutar un primer módulo en el que se permite que
 fluya el agua alcalina a través de la primera vía de flujo de circulación (8A) y se permite que el agua
 ácida fluya a través de la segunda vía de flujo de circulación (8B), y un segundo módulo en el que
 se permite que el agua ácida fluya a través de la primera vía de flujo de circulación (8A) y se permite
 que el agua alcalina fluya a través de la segunda vía de flujo de circulación (8B), y

controles para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis (12) en base a un valor
 de detección del primer sensor (14A) o el segundo sensor (14B) en el primer módulo y el segundo
 módulo;

en el que el primer sensor (14A) y el segundo sensor (14B) son cualquiera de un sensor de pH, un sensor de
 conductividad y un sensor de TDS;

y el controlador (21)

determina si un valor de variación del valor de detección del primer sensor (14A) durante un período
 predeterminado está o no dentro de un rango predeterminado en el primer módulo,

cuando se determina que el valor de variación está dentro del rango predeterminado, entonces se
 determina si se produce o no un valor aumentado del valor de detección del primer sensor (14A)
 durante el período predeterminado es un valor predeterminado o más,

controles para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis (12) cuando se determina
 que el valor aumentado es el valor predeterminado o más,

determina si un valor de variación del valor de detección del segundo sensor (14B) durante un
 período predeterminado está o no dentro de un rango predeterminado en el segundo módulo,

cuando se determina que el valor de variación está dentro del rango predeterminado, luego
 determina si o no un valor aumentado del valor de detección del segundo sensor (14B) durante el
 período predeterminado es un valor predeterminado o más, y

controles para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis (12) cuando se determina
 que el valor aumentado es el valor predeterminado o más.

2. El dispositivo de ablandamiento de agua (2) según la reivindicación 1, en el que el controlador (21) controla para
 detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis (12) basándose en el valor de detección del primer
 sensor (14A) en el primer módulo, y controla para detener la electrólisis mediante el dispositivo de electrólisis (12)
 en base al valor de detección del segundo sensor (14B) en el segundo módulo.

3. El dispositivo de ablandamiento de agua (2) según la reivindicación 1 o 2, que comprende, además:

un primer tanque de tratamiento por lotes (6A) proporcionado en la primera vía de flujo de circulación
 (8A); un segundo tanque de tratamiento por lotes (6B) dispuesto en la segunda vía de flujo de circulación
 (8B); y

una válvula que controla el suministro/la parada de agua desde el primer tanque de tratamiento por lotes (6A)
 hasta aguas abajo del mismo y flujo de agua/parada de agua desde el tanque de tratamiento del segundo
 lote (6B) hasta aguas abajo del mismo,

donde

el controlador (21),

en el primer módulo, controla la válvula de modo que el agua fluya aguas abajo desde el primer
 tanque de tratamiento por lotes (6A) y el agua se detenga desde el segundo tanque de tratamiento
 por lotes (6B), y

en el segundo módulo, controla la válvula para que el agua fluya aguas abajo del segundo tanque de tratamiento por lotes (6B) y el agua se detenga desde el primer tanque de tratamiento por lotes (6A).

- 5
4. El dispositivo de ablandamiento de agua (2) según la reivindicación 3, en el que el primer sensor (14A) está dispuesto aguas abajo del dispositivo de electrólisis (12) y aguas arriba del primer tanque de tratamiento por lotes (8A) en la primera vía de flujo de circulación (6A), y el segundo sensor (14B) se proporciona aguas abajo del dispositivo de electrólisis (12) y aguas arriba del segundo tanque de tratamiento por lotes (6B) en la segunda vía de flujo de circulación (8B).
- 10
5. El dispositivo de ablandamiento de agua (2) según la reivindicación 3 o 4, en el que la primera vía de flujo de circulación (8A) y la segunda vía de flujo de circulación (8B) se juntan en posiciones que se extienden aguas abajo del primer tanque de tratamiento por lotes (6A) y el segundo tanque de tratamiento por lotes (6B) respectivamente, y luego se conectan al dispositivo de electrólisis (12).

Fig. 1

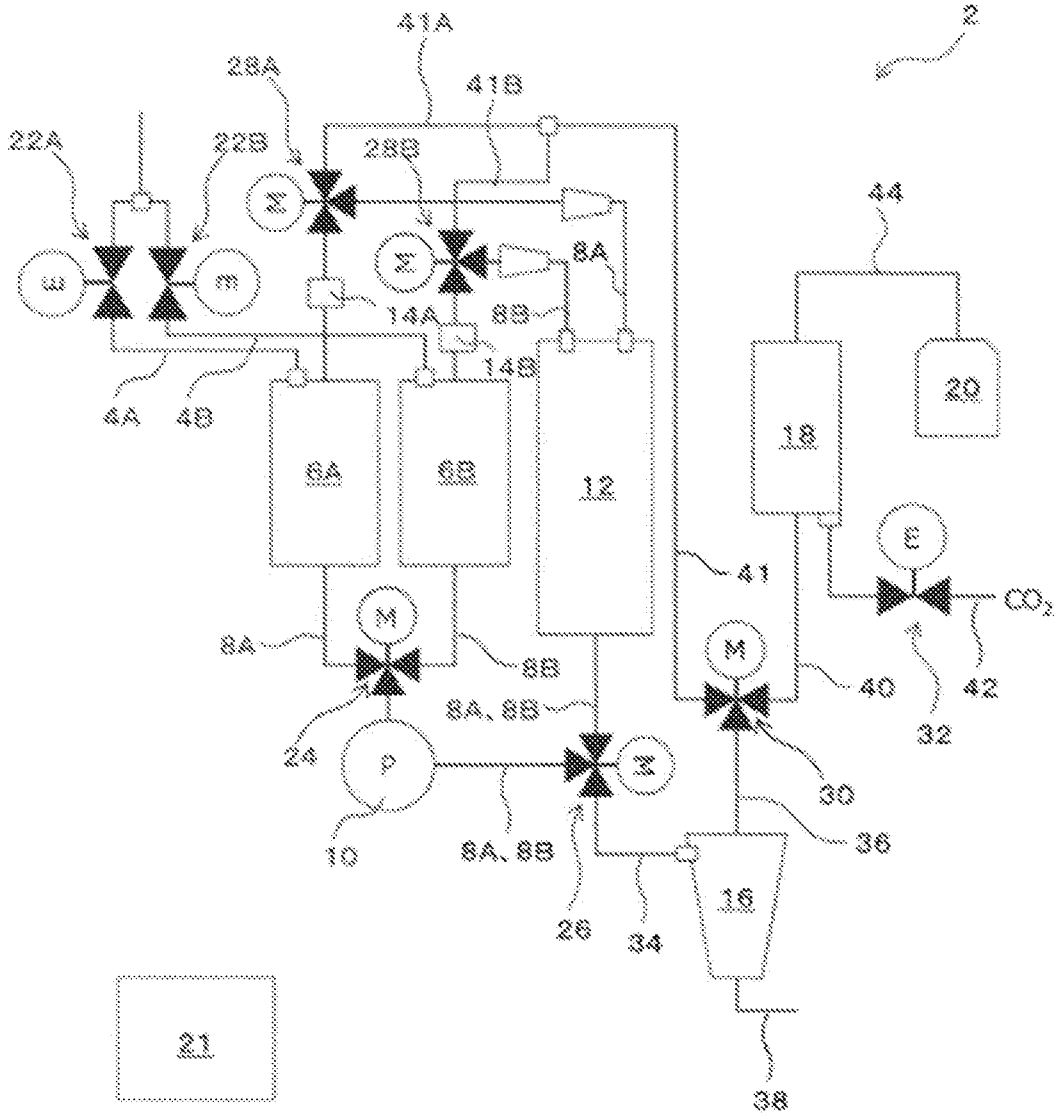


Fig.2

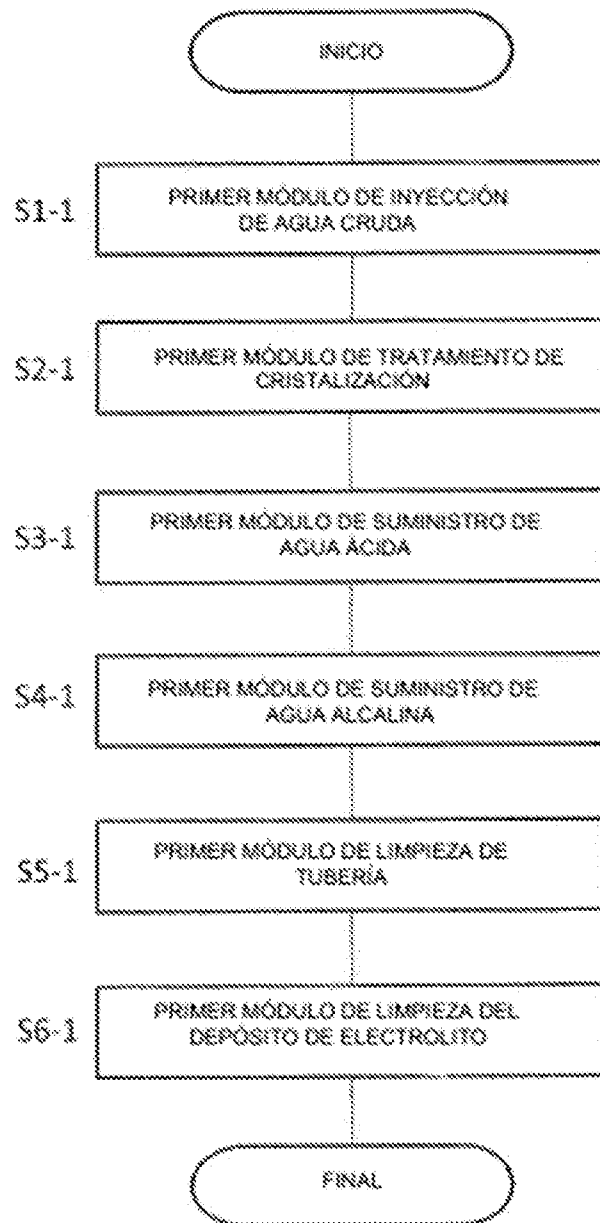


Fig.3

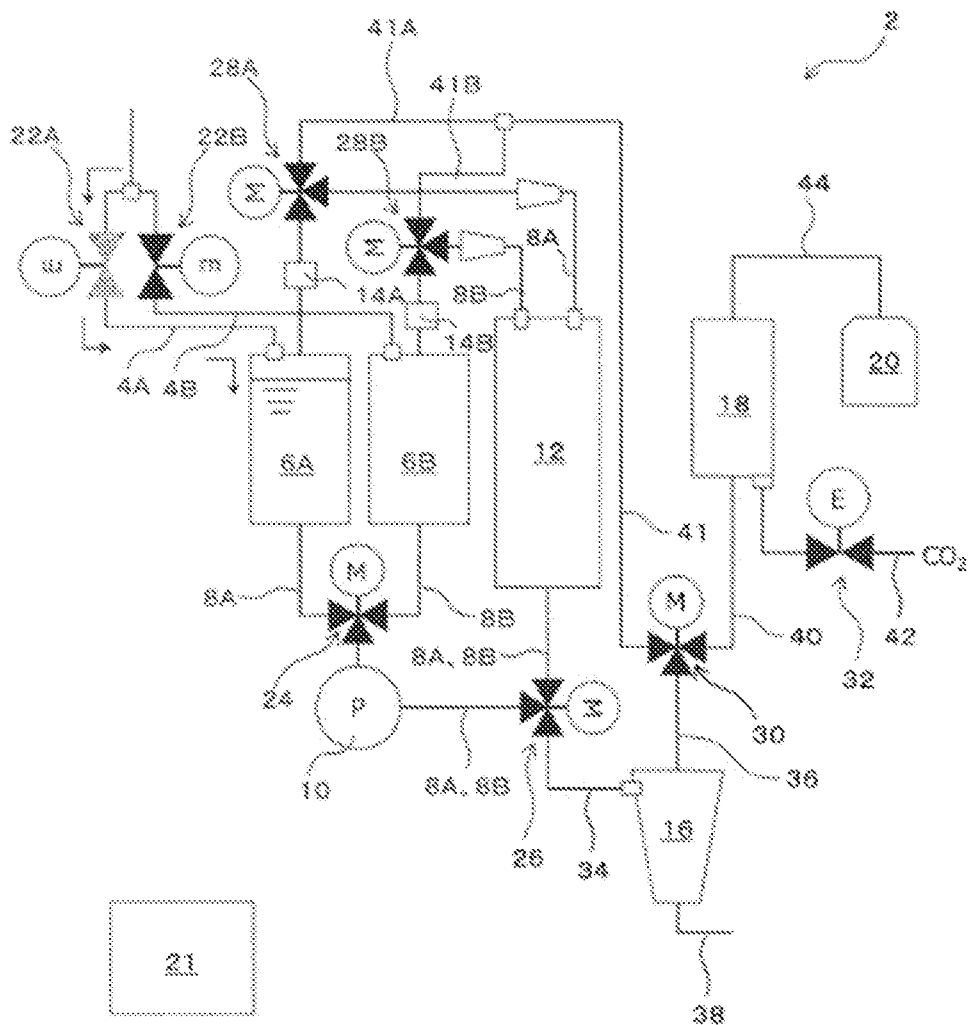


Fig. 4

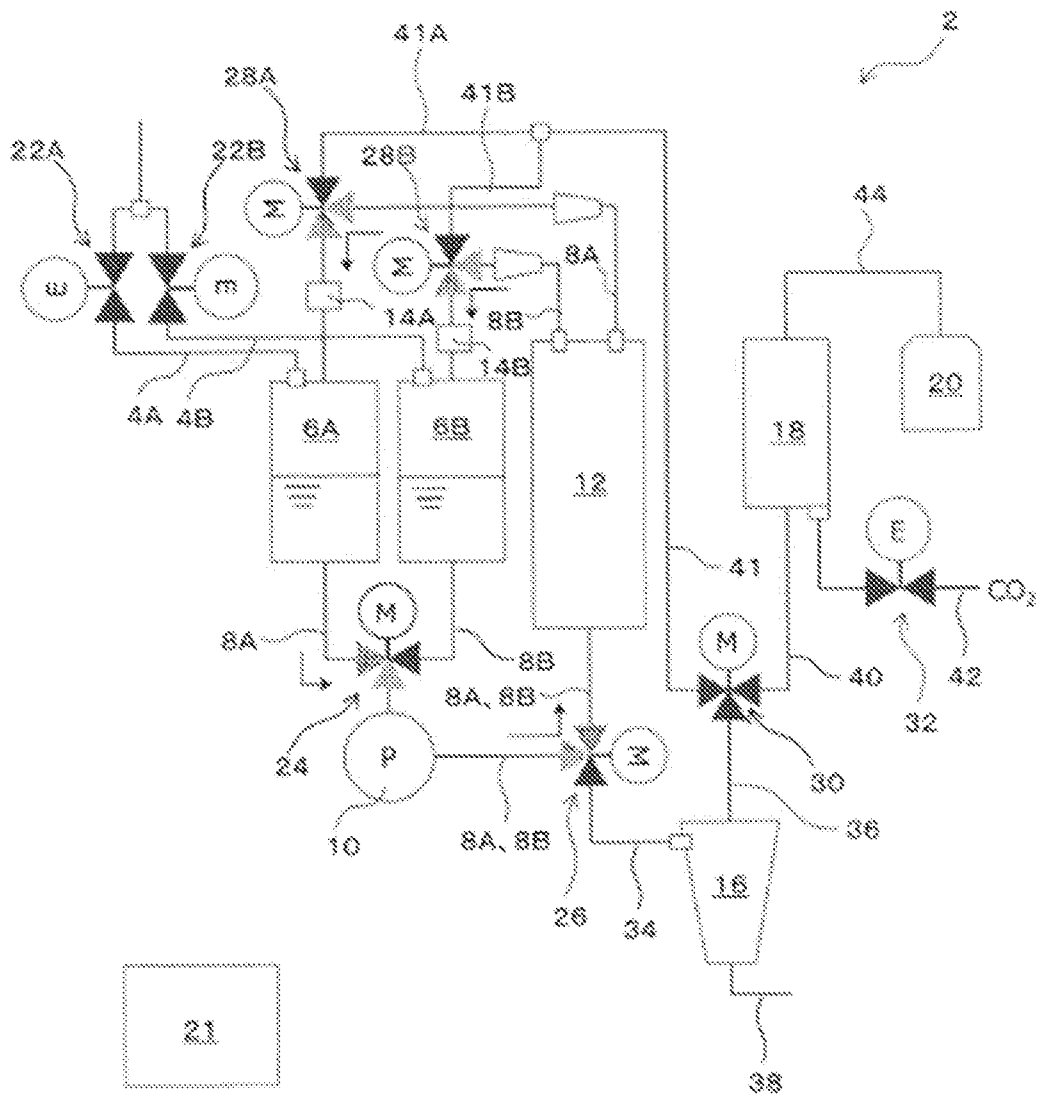


Fig. 5

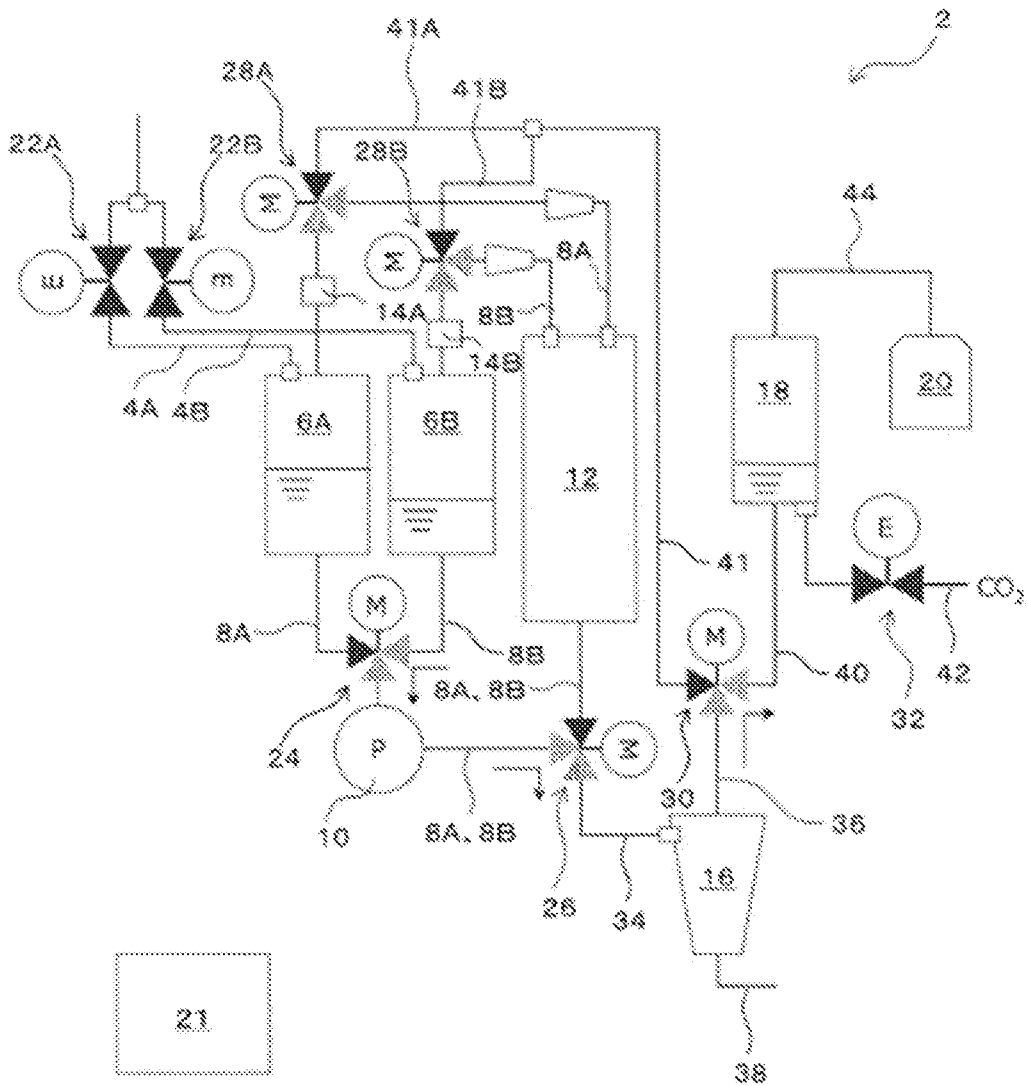


Fig.6

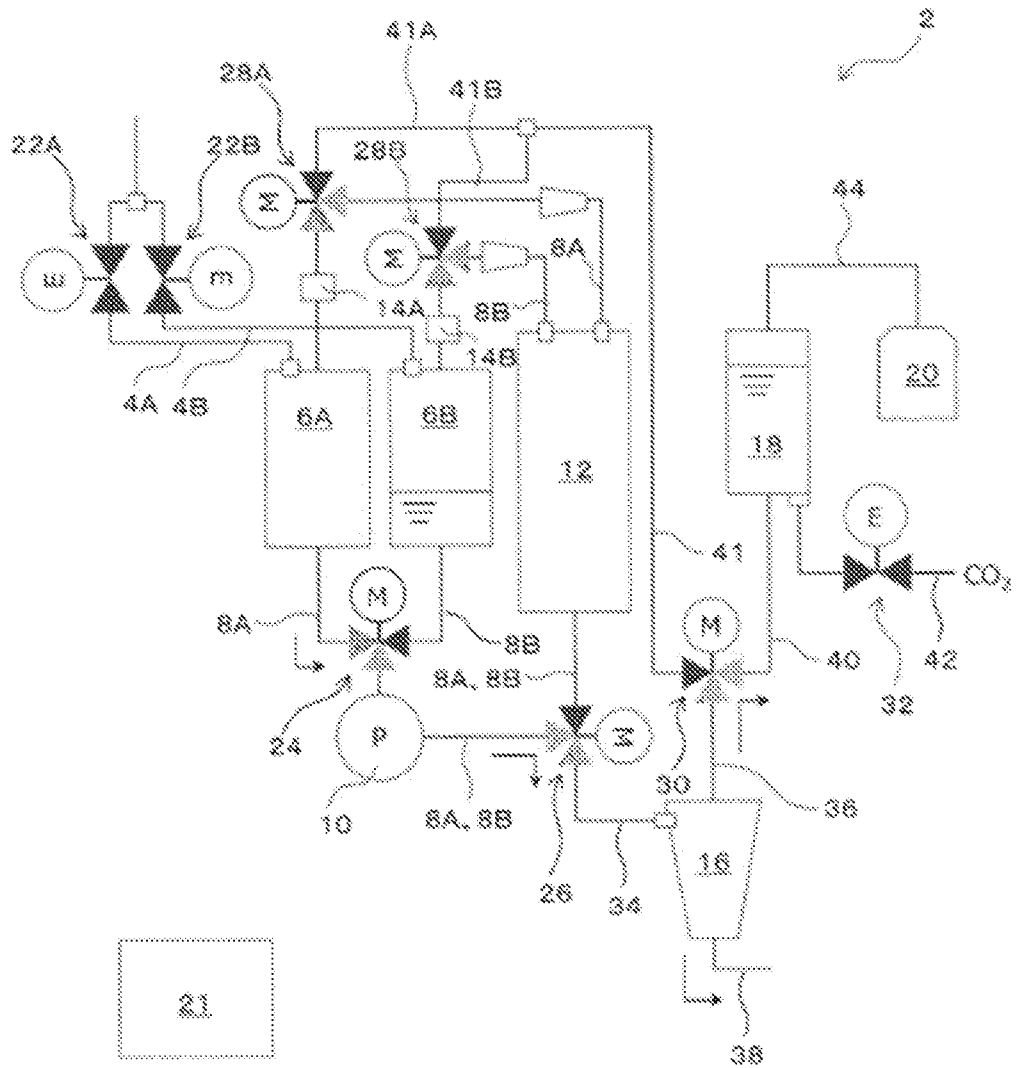


Fig.7

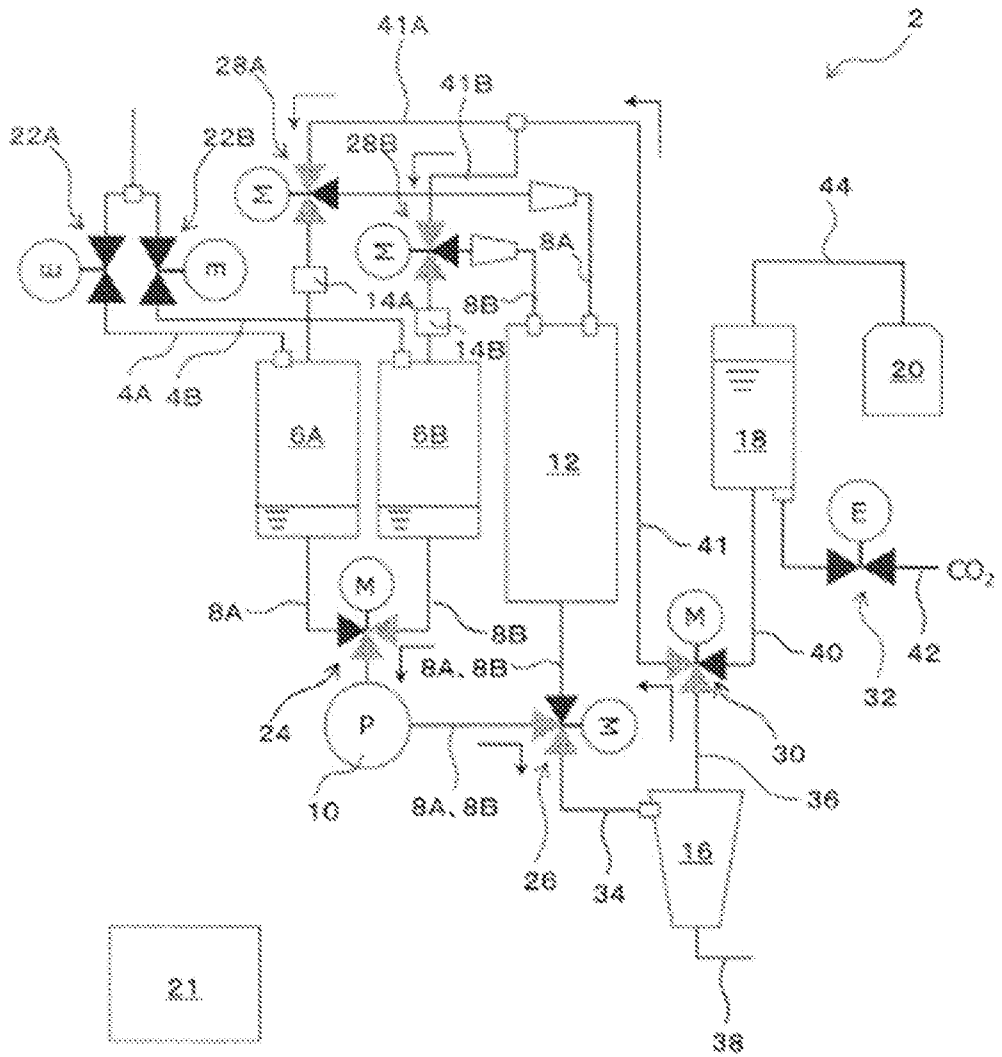


Fig.8

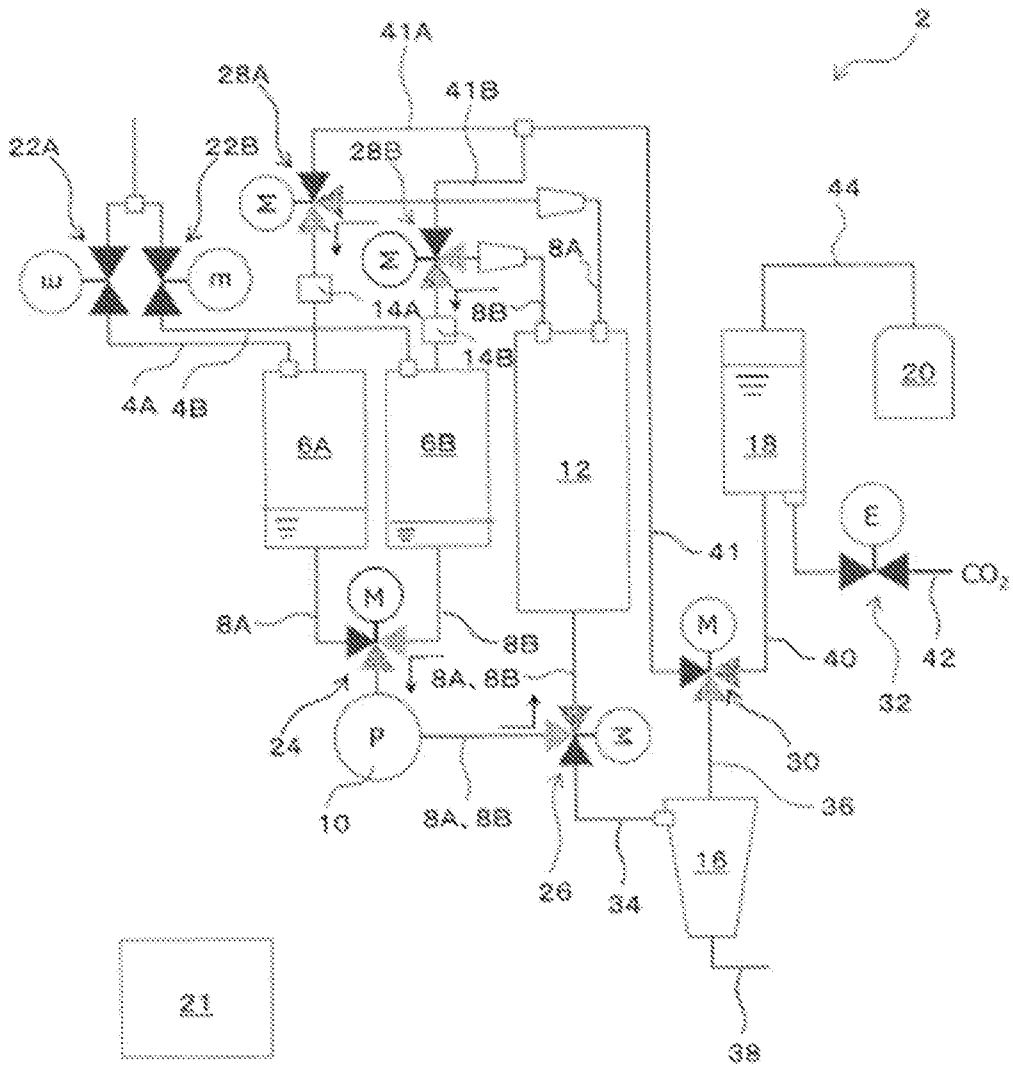


Fig.9

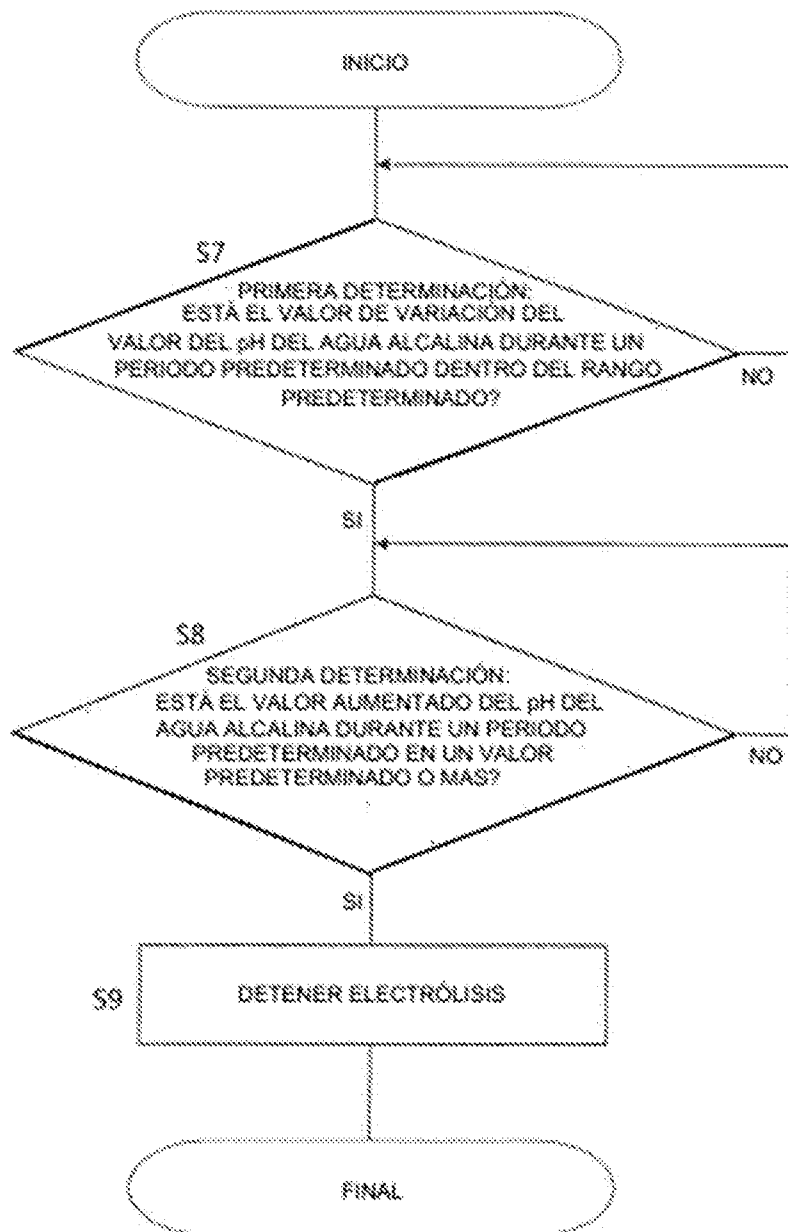


Fig.10

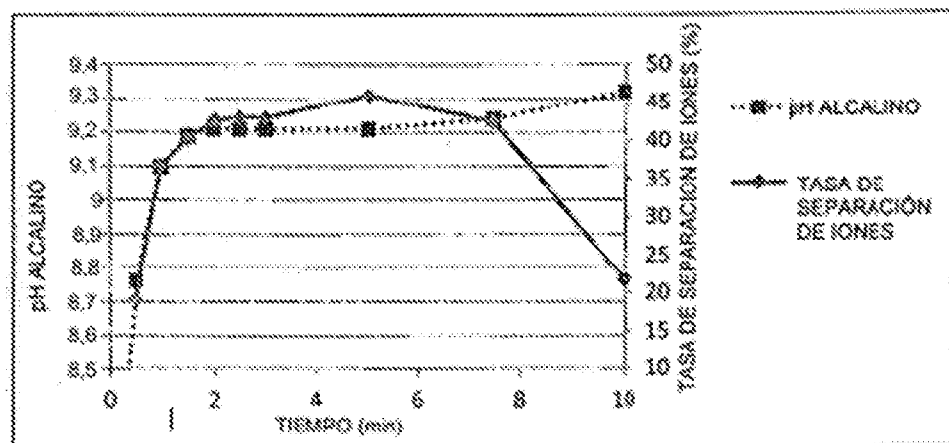


Fig. 11

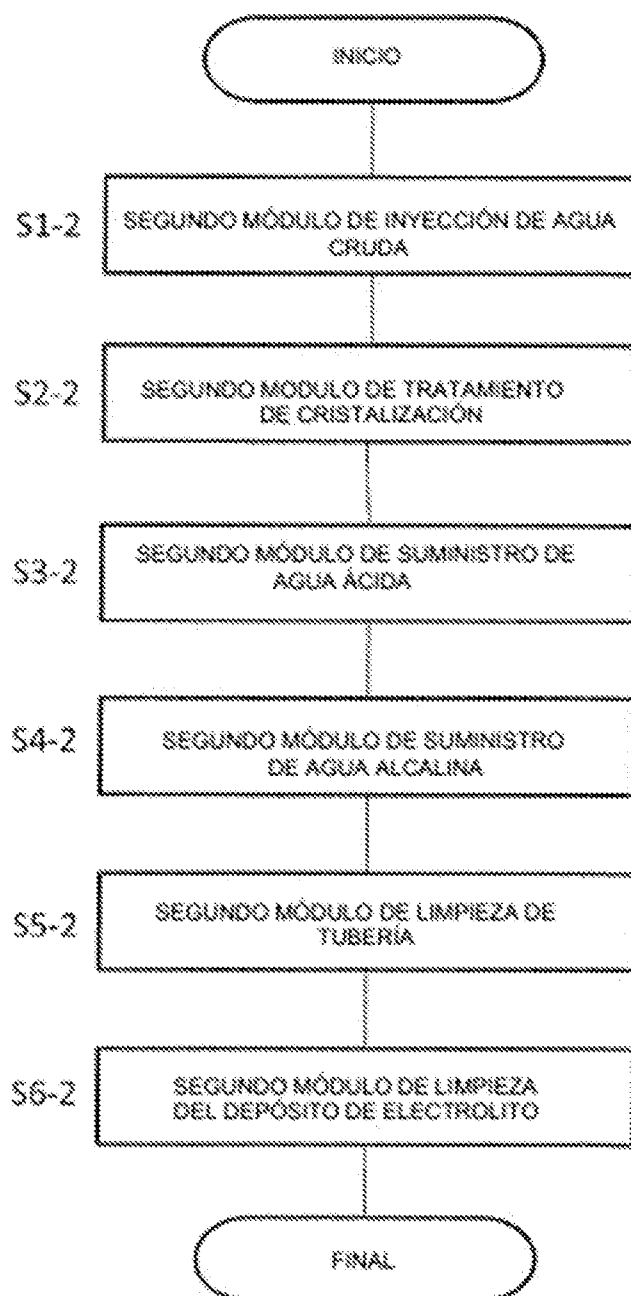


Fig. 12

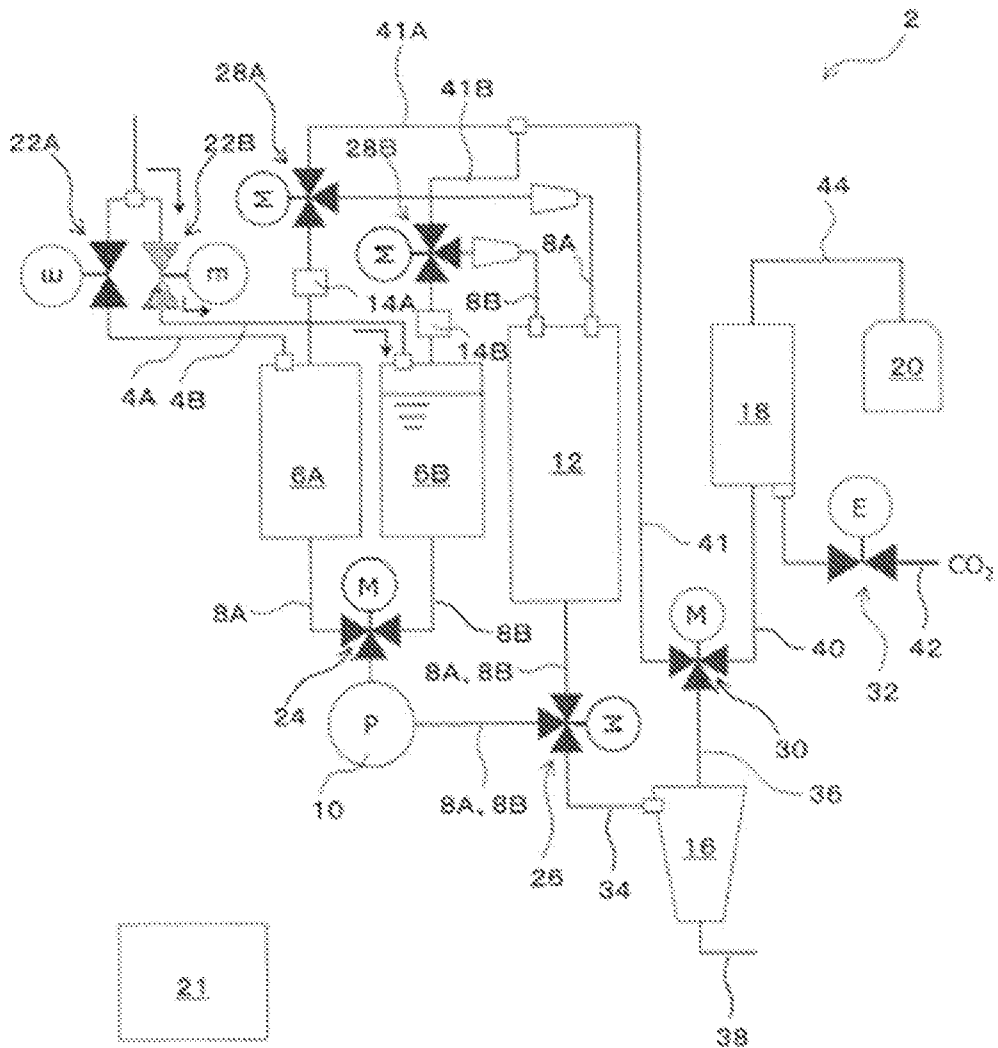


Fig. 13

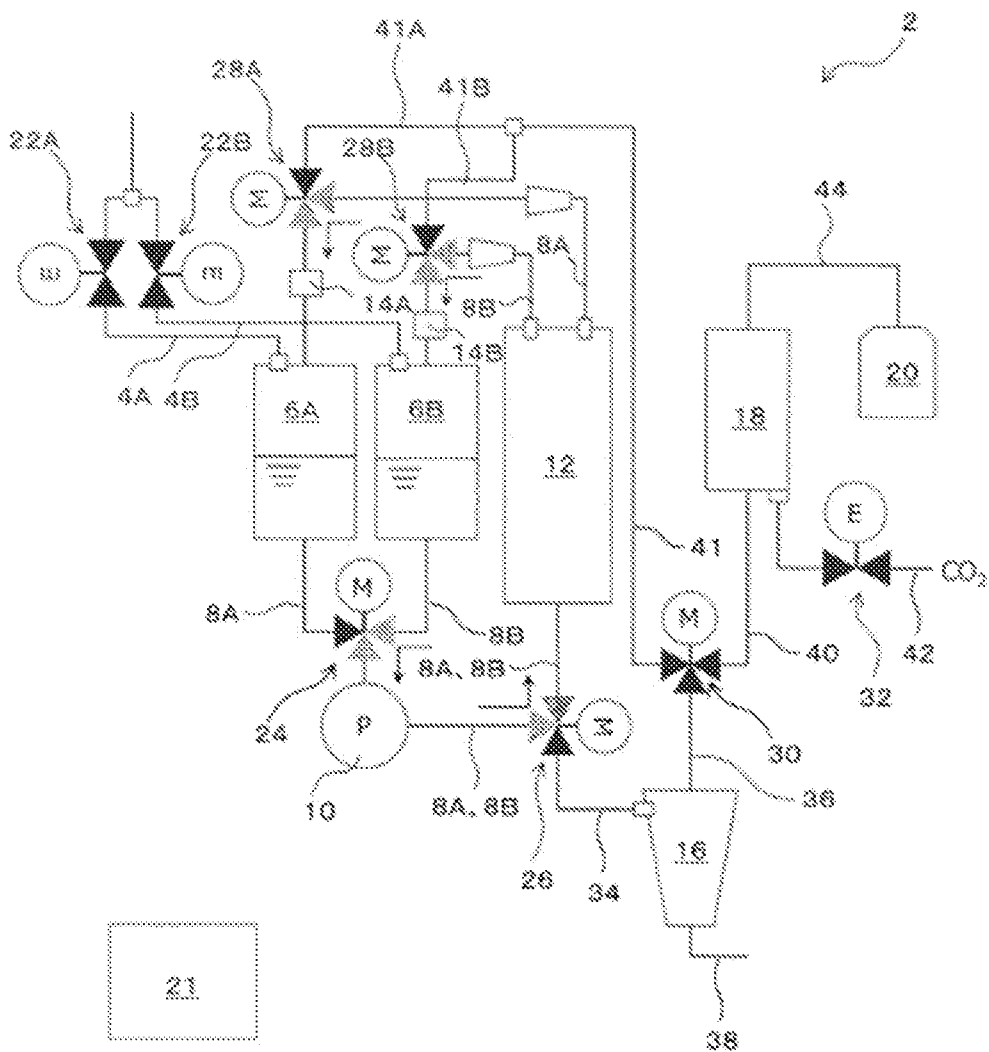


Fig. 14

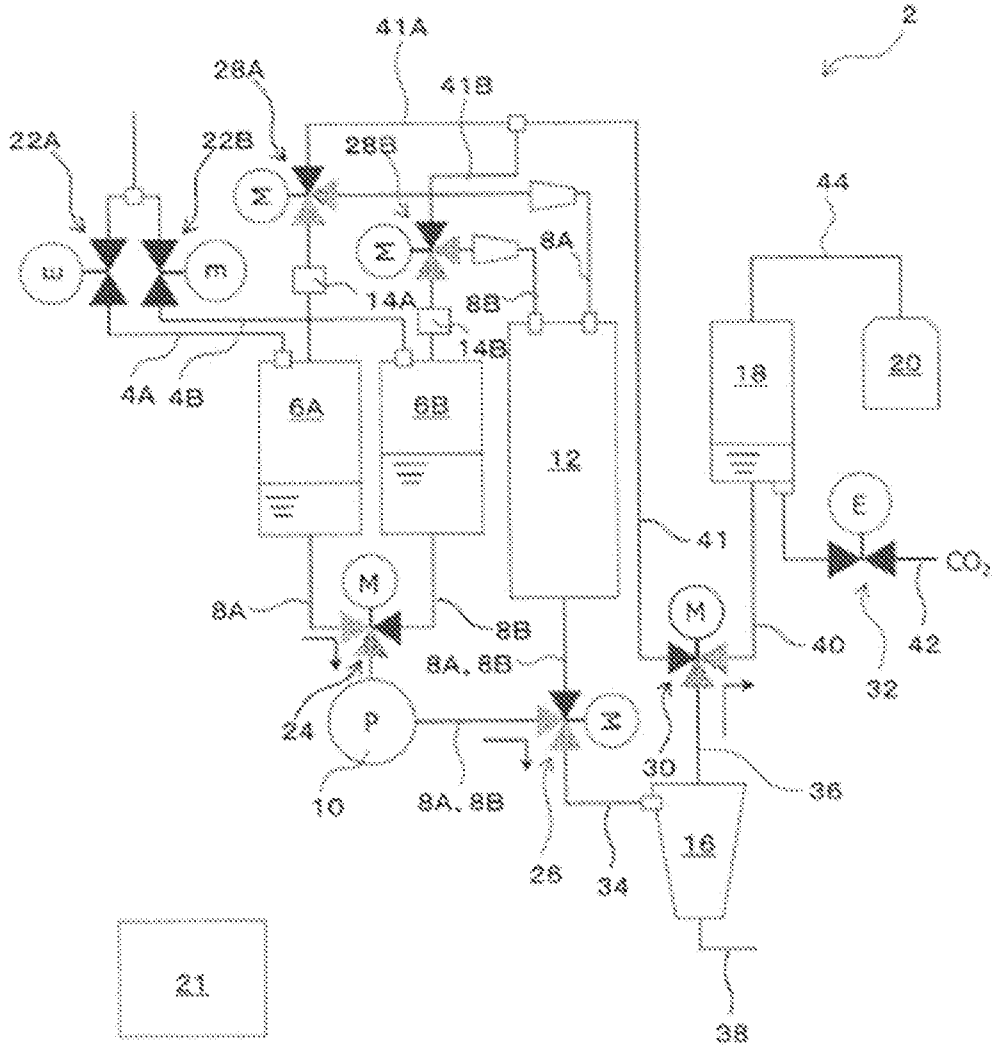


Fig.15

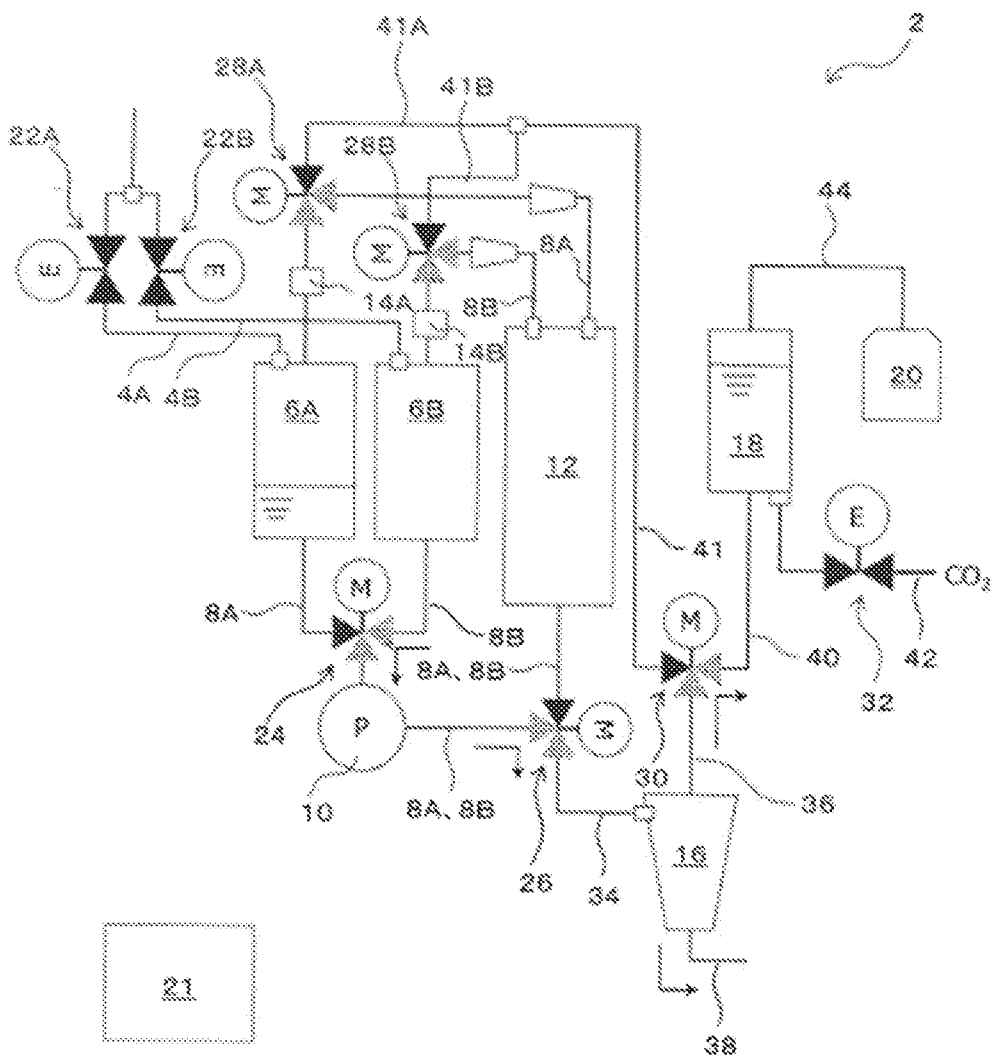


Fig.16

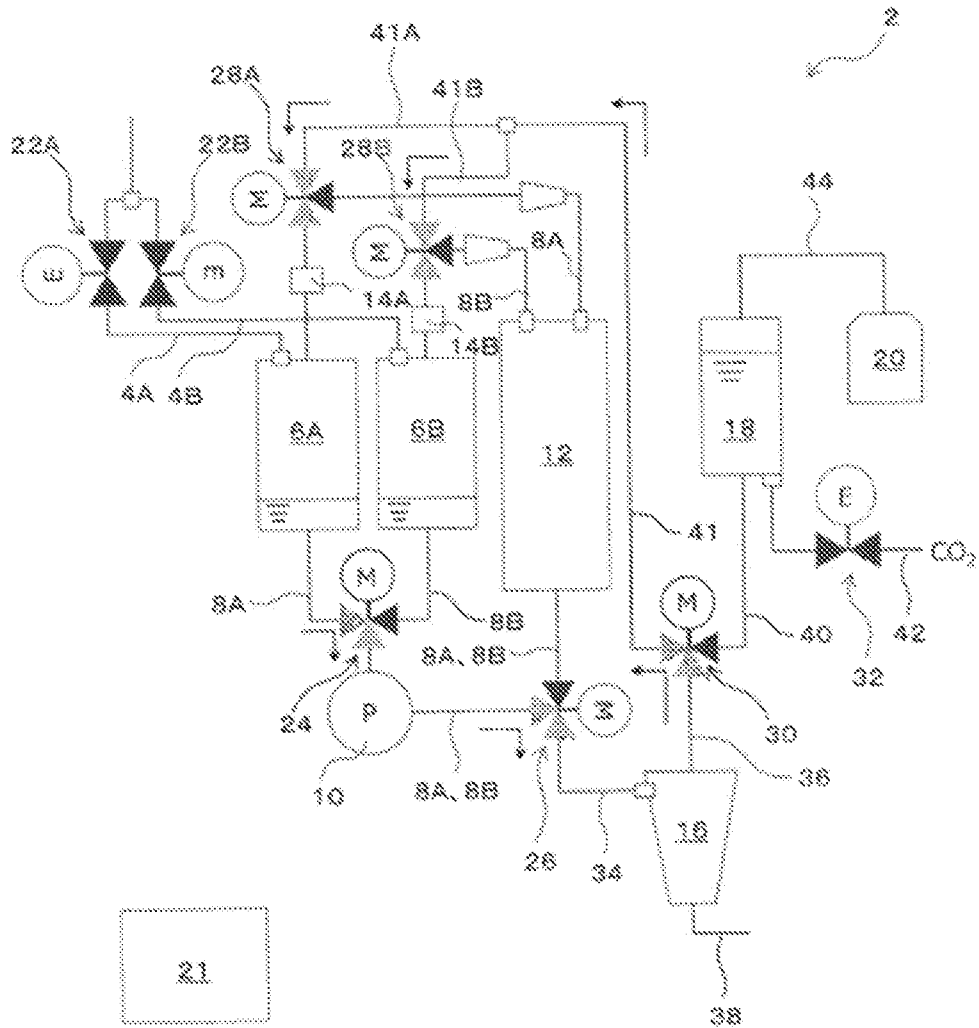


Fig. 17

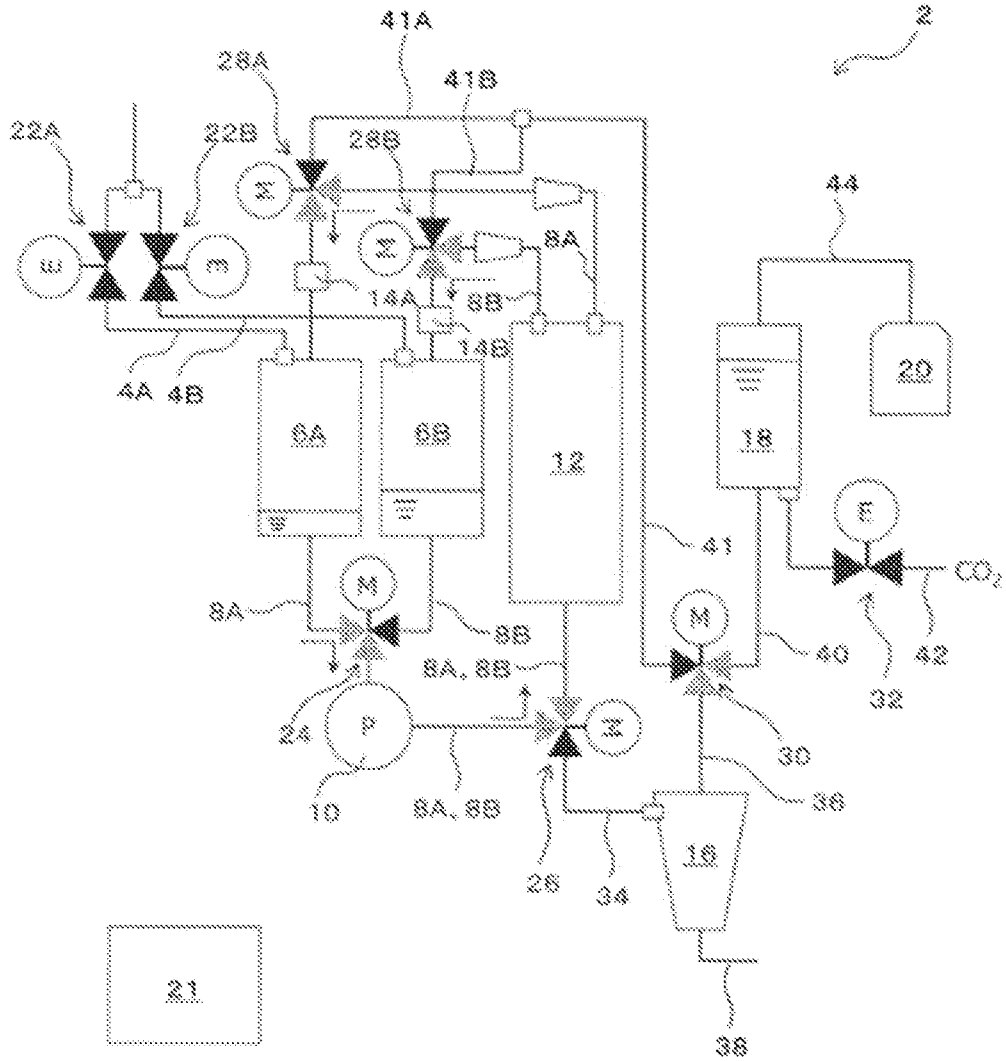


Fig.18A

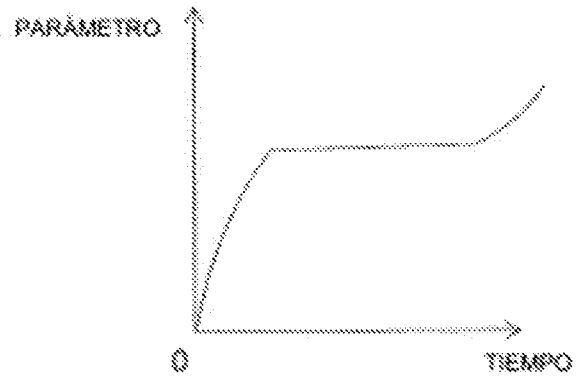


Fig.18B

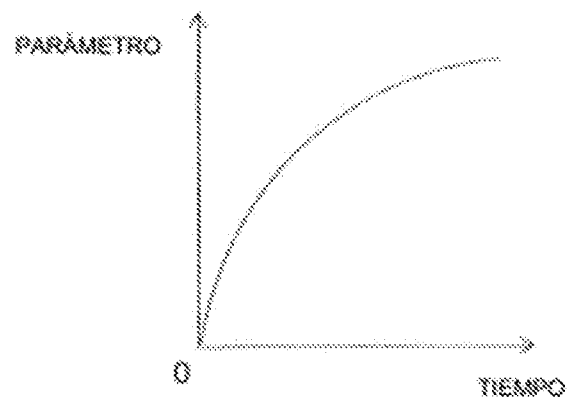


Fig.18C

