

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 741**

51 Int. Cl.:

A61L 2/00 (2006.01)
B01D 61/00 (2006.01)
B01D 63/02 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
A23L 3/3409 (2006.01)
A23L 2/42 (2006.01)
C02F 1/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2000 E 00908265 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 1156874**

54 Título: **Procedimiento y sistema de membranas para esterilizar y conservar líquidos usando dióxido de carbono**

30 Prioridad:

12.01.1999 US 228925

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

21.03.2013

73 Titular/es:

**POROCRIT L.L.C. (100.0%)
1012 GRAYSON STREET, SUITE A
BERKELEY, CA 94710, US**

72 Inventor/es:

SIMS, MARC

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 398 741 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 y sistema de membranas para esterilizar y conservar líquidos usando dióxido de carbono.

Campo técnico

5 **[0001]** Esta invención se refiere a la esterilización y conservación de líquidos, tales como alimentos líquidos, por ejemplo, y, más concretamente, a procedimientos y a un aparato para inactivar microbios y/o enzimas en líquidos mediante exposición de los líquidos a dióxido de carbono denso.

Antecedentes de la invención

10 **[0002]** La conservación de muchos líquidos, tales como zumos u otros alimentos o medicinas líquidos, requiere matar los microbios, tales como bacterias, virus y esporas, del líquido. También puede ser necesario inactivar enzimas que pueden catalizar reacciones no deseadas en el líquido. La pasteurización es el procedimiento comúnmente más usado con este fin. La pasteurización requiere el calentamiento del líquido hasta una temperatura que puede degradar la calidad del líquido. El calentamiento de alimentos líquidos, por ejemplo, puede afectar negativamente al sabor y calidad nutritiva del alimento.

20 **[0003]** Hasta el momento se sabe que los líquidos se pueden esterilizar y conservar poniendo en contacto los líquidos con CO₂ (dióxido de carbono) denso presurizado. El procedimiento no requiere el calentamiento de los líquidos hasta temperaturas perjudiciales. Los procedimientos y equipos anteriores con este fin no han logrado adecuarse de forma ideal para funcionamiento comercial.

25 **[0004]** Algunos de los procedimientos anteriores son estáticos porque el CO₂ denso y el líquido simplemente se dejan permanecer juntos en un recipiente a presión durante un periodo de tiempo. La velocidad de producción del líquido tratado es indeseablemente baja. Otros procedimientos anteriores son dinámicos porque se provoca una dispersión forzada de un flujo de CO₂ denso en un flujo del líquido en una columna que contiene un relleno convencional, tal como anillos rashig o una frita. Los procedimientos dispersivos de este tipo aumentan la velocidad de producción de líquido tratado al crear un área de contacto interfacial entre el CO₂ denso y el líquido mayor que la que está presente en los procedimientos estáticos. Sería ventajosa un área de entrecara aún mayor entre el líquido y el CO₂ denso, en un determinado volumen de flujo.

35 **[0005]** Los procedimientos dispersivos del tipo anteriormente analizado también presentan otros problemas. Por ejemplo, se puede producir la emulsificación del líquido y el CO₂ denso, siendo necesarias más etapas para romper la emulsión. El procesado de líquidos de determinadas densidades puede no ser práctico, puesto que es necesaria una diferencia de densidad entre el líquido y el CO₂ denso para separar los dos. Se puede producir la contaminación de componentes dentro del recipiente de procesado si el líquido contiene materia particulada suspendida.

40 **[0006]** El documento US5.490.884 describe un procedimiento de extracción de un soluto de un fluido o gas denso a presión a través de una membrana porosa.

45 **[0007]** El documento US5.393.547 describe un procedimiento para inactivar un enzima no deseable en un producto alimentario que comprende exponer el alimento a dióxido de carbono presurizado para producir una disolución de ácido carbónico en el mismo que tiene un pH suficientemente bajo para inactivar irreversiblemente el enzima.

50 **[0008]** El documento JP04135470 describe un aparato para esterilizar materiales fluidos con dióxido de carbono degerminado en un recipiente de tratamiento a elevada presión.

[0009] El documento de Kamihira y col. (Agricultural and Biological Chemistry 1987, 51, 407-412) describe los efectos de la esterilización de dióxido de carbono gaseoso y líquido en levadura de panadería, E. coli, S. aureus y conidios de A. niger.

55 **[0010]** El documento de Arreola y col. (Journal of Food Sciences 1991, 56, 1030-1033) describe el tratamiento de zumo de naranja con dióxido de carbono supercrítico para inactivar pectinesterasa y mejorar atributos de calidad tales como el color.

60 **[0011]** El documento US5.704.276 describe un sistema para desactivar enzimas, esterilizar o desodorizar un material líquido tal como una materia alimentaria líquida o medicina líquida con un fluido supercrítico de dióxido de carbono, en el cual se suministra un material líquido a la parte inferior de un tanque de procesado y se inyectan micro-partículas de dióxido de carbono supercrítico en el material líquido en la parte inferior del tanque de procesado. El material líquido y el fluido supercrítico se separan en diferentes fases en la parte superior del tanque

de procesado y se sacan del tanque de procesado de forma independiente.

[0012] La presente invención se dirige a solventar uno o más de los problemas analizados anteriormente.

5 **Resumen de la invención**

[0013] Según un aspecto, la invención proporciona un procedimiento para conservar o esterilizar un líquido mediante exposición del líquido a dióxido de carbono denso presurizado. Las etapas del procedimiento incluyen dirigir un flujo del líquido a lo largo de una trayectoria de flujo de líquido que se extiende a lo largo de una primera superficie de una membrana porosa y dirigir un flujo del dióxido de carbono denso a lo largo de una trayectoria de flujo de dióxido de carbono que se extiende a lo largo de una superficie opuesta de la membrana incluyendo poner en contacto el líquido y el dióxido de carbono presurizado en los poros de la membrana. Etapas adicionales incluyen recircular el flujo de dióxido de carbono denso a través de la trayectoria de flujo de dióxido de carbono mientras se mantiene el flujo de dióxido de carbono denso en el estado presurizado durante la recirculación.

[0014] Según otro aspecto de la invención, en el cual el líquido tiene un constituyente que es soluble en dióxido de carbono denso y que se convierte en un soluto en el dióxido de carbono denso durante el paso del dióxido de carbono a lo largo de la membrana, el procedimiento incluye las etapas adicionales de saturar del dióxido de carbono denso con el soluto y mantener la saturación del dióxido de carbono denso con el soluto durante la recirculación del dióxido de carbono denso.

[0015] Según otro aspecto, la invención proporciona un aparato para conservar o esterilizar líquidos mediante exposición de los líquidos a dióxido de carbono denso presurizado. Los componentes del aparato incluyen un contactor de membranas que tiene una trayectoria de flujo de líquido y una trayectoria de flujo de dióxido de carbono en el mismo. Las trayectorias de flujo se separan mediante una membrana porosa que tiene poros que permiten el contacto de un líquido que fluye en la trayectoria de flujo de líquido con el dióxido de carbono que fluye en la trayectoria de flujo de dióxido de carbono. Una bomba de presurización de líquido tiene una salida que se comunica con el contactor de membranas para dirigir el líquido a la trayectoria de flujo de líquido. Una bomba de recirculación de dióxido de carbono denso tiene una entrada que se comunica con el contactor de membranas para recibir dióxido de carbono denso presurizado que sale de la trayectoria de flujo de dióxido de carbono y tiene una salida a través de la cual el dióxido de carbono denso presurizado es devuelto a la trayectoria de flujo de dióxido de carbono.

[0016] Según otro aspecto adicional de la invención, el contactor de membranas tiene una carcasa y una pluralidad de membranas porosas de fibra hueca que se extienden en una dirección en general paralela dentro de la carcasa. Una de la trayectoria de flujo de líquido y la trayectoria de flujo de dióxido de carbono se extiende a través de las regiones de los lúmenes de las membranas porosas de fibra hueca y la otra de las trayectorias de flujo se extiende a lo largo de las superficies exteriores de las membranas porosas de fibra hueca.

[0017] La invención posibilita un contacto de flujos no dispersivo de un líquido y CO₂ denso en el cual el área de contacto de los dos flujos en un determinado volumen es mucho mayor que en los procedimientos estáticos o dispersivos anteriores. De esta forma, la velocidad de producción de líquido esterilizado aumenta. No se produce formación de emulsión puesto que no es necesaria la dispersión del flujo de CO₂ en el flujo de líquido. No es necesario que haya una diferencia de densidad entre el líquido y el CO₂ denso para separar los dos. La invención no requiere componentes en los que se puede producir contaminación por particulados suspendidos en el líquido. El procedimiento se puede realizar de forma continua e isobárica, ahorrando así energía y costes de equipos.

[0018] La invención, junto con aspectos y ventajas adicionales de la misma, se puede entender mejor en referencia a la siguiente descripción de la realización preferida y en referencia a los dibujos adjuntos.

50 **Breve descripción de los dibujos**

[0019]

La fig. 1 es un diagrama esquemático que representa un aparato para esterilizar y conservar líquidos según la invención.

La fig. 2 es una vista lateral parcialmente seccionada de una forma preferida de contactor de membranas para uso en el aparato de la fig. 1.

La fig. 3 es una vista en sección transversal del contactor de membranas tomada a lo largo de línea 3-3 de la fig. 2.

Descripción detallada de la realización preferida

[0020] La invención es aplicable al tratamiento de cualquiera de los líquidos acuosos que se sabe que son esterilizables poniendo los mismos en contacto con gas de dióxido de carbono (CO₂) denso durante un periodo de tiempo suficiente para destruir los micro-organismos en el líquido. Éstos típicamente son alimentos líquidos tales como zumos de frutas o verduras, por ejemplo, o medicinas líquidas, aunque también se pueden tratar otros tipos de

líquido. Se cree que la destrucción de micro-organismos se produce como resultado de una formación temporal de ácido carbónico en el líquido. También se sabe que la exposición temporal a CO₂ denso se puede usar para inactivar enzimas que pueden catalizar cambios no deseados en un líquido durante un periodo de tiempo.

5 **[0021]** En referencia inicialmente a la fig. 1 de los dibujos, el líquido no tratado 11 que puede estar inicialmente contenido en un tanque de líquido no tratado 12 se presuriza mediante una bomba de alimentación de líquido 13 y se suministra a una trayectoria de flujo de líquido 14 situada dentro de un contactor de membranas 16. Una construcción detallada preferida del contactor de membranas 16 se describirá a continuación en el presente documento. Dentro del contactor de membranas 16, la trayectoria de flujo de líquido 14 se separa de una trayectoria de flujo de CO₂ denso 17 mediante una membrana porosa 18. El contacto del líquido 11 con CO₂ denso se produce en poros minúsculos 19 que penetran a través de la membrana 18. El flujo de CO₂ denso se recircula de forma continua a través de la trayectoria de flujo 17 mediante una bomba de recirculación 21 que tiene un conducto de entrada 22 y un conducto de salida 23 conectados en extremos opuestos del contactor de membranas 16. El flujo de CO₂ denso se mantiene en su estado presurizado durante el procedimiento de recirculación.

15 **[0022]** La presurización del flujo de CO₂ denso y del flujo de líquido dentro del contactor de membranas 16 puede estar típicamente en el intervalo de aproximadamente $6,894 \times 10^6$ a aproximadamente $20,68 \times 10^6$ Pa (de aproximadamente 1000 a aproximadamente 3000 psi) y la temperatura de funcionamiento puede ser de aproximadamente 20 a aproximadamente 40°C, aunque el funcionamiento fuera de este intervalo también es posible. El tiempo de permanencia del líquido 11 dentro del contactor de membranas 16 variará para diferentes líquidos y se puede determinar fácilmente para cualquier líquido concreto examinando el líquido tratado para establecer si los micro-organismos no deseados han sido destruidos.

25 **[0023]** El flujo de salida de líquido tratado presurizado de la trayectoria de flujo 14 del contactor de membranas 16 es suministrado a un primer tanque receptor 24 a través de un conducto de flujo de salida 26. El igualamiento de la presión dentro de las dos trayectorias de flujo 14 y 17 dentro del contactor de membranas 16 es garantizado mediante un conducto de igualamiento de presiones 27 que comunica la trayectoria de flujo de CO₂ 17 con el interior del primer tanque receptor 24. Por tanto, no hay gradiente de presión significativo entre las dos trayectorias de flujo 14 y 17 que pudiera actuar para forzar la transferencia de fluido entre las mismas.

30 **[0024]** El fluido tratado del primer tanque receptor 24 es suministrado de forma continua a un segundo tanque receptor 28 a través de una válvula reductora de presión 29. El segundo tanque receptor 28 es un tanque de baja presión y, preferiblemente, se mantiene a presión atmosférica. El CO₂ que se ha obtenido del líquido tratado se extrae del líquido dentro del tanque de baja presión 28. Un compresor de recuperación de CO₂ 31 tiene un conducto de entrada 32 que se comunica con la región superior del tanque de baja presión 28 y actúa para licuar el CO₂ que se extrae en el tanque 28. El compresor 31 suministra el CO₂ recuperado a un tanque de almacenamiento de CO₂ líquido 33. El CO₂ de relleno es transferido desde el tanque de almacenamiento 33 a la bomba de recirculación 21, mediante una bomba de relleno 34, a una velocidad suficiente para mantener la presión de funcionamiento deseada dentro de las trayectorias de flujo 14 y 17 del contactor de membranas 16. Por tanto, el procedimiento consume solo la cantidad de CO₂ que se puede dejar que abandone el aparato de procesado en el líquido tratado.

40 **[0025]** El líquido tratado es drenado desde la base del tanque de baja presión 28 a los recipientes adecuados a través de otra válvula 36.

45 **[0026]** Los contactores de membranas 16 del tipo usado para poner en práctica la presente invención a veces se usan para extraer los constituyentes deseados de un líquido cuando el constituyente es soluble en CO₂ denso. En esos procedimientos el soluto es separado del flujo de CO₂ despresurizando el CO₂ en una cámara de expansión o similar. La extracción no deseada de cualquier cantidad significativa de un soluto de este tipo no ocurre necesariamente en la puesta en práctica de la presente invención si el flujo de CO₂ denso se mantiene en su estado presurizado durante el procedimiento de recirculación. En este estado, el flujo de CO₂ denso se satura rápidamente con constituyentes del líquido que son solubles en CO₂. Los constituyentes del líquido que son solubles en CO₂ permanecen en su mayor parte en el líquido después de que el flujo de CO₂ en recirculación se haya saturado con los mismos. Por ejemplo, los zumos de frutas conservan su aroma.

55 **[0027]** El contactor de membranas 16 puede ser de cualquiera de otras diversas formas, pero preferiblemente es del tipo representado en las figs. 2 y 3, lo cual proporciona un área de entrecara de contacto entre el líquido y el CO₂ denso extremadamente grande. El área de contacto puede ser tan grande como 100 veces mayor en un volumen determinado de líquido que la que está presente en los contactores de los anteriormente analizados tipos estático o dinámico dispersivo.

60 **[0028]** La membrana 18 en un contactor 16 de este tipo preferido es una pluralidad de membranas porosas de fibra hueca tubular 37. Las membranas de fibra 37 de esta realización son lineales y se extienden longitudinalmente, de una forma en general paralela y ligeramente separadas, dentro de una carcasa tubular 38. Los extremos de las membranas de fibra 37 se extienden a través de los cierres de los extremos 39 en cada extremo de la carcasa 38.

Un miembro de puerto de entrada de líquido 41 en un extremo de la carcasa 38 actúa como un distribuidor que dirige el líquido no tratado entrante hacia los extremos adyacentes de las membranas de fibra hueca 37. Un miembro de puerto de salida de líquido 42 similar en el otro extremo de la carcasa 38 recibe líquido que se ha desplazado a través de las membranas 37 y canaliza el líquido hacia el conducto de salida de líquido 26 anteriormente descrito. Por tanto, los lúmenes de las membranas de fibra hueca 37 proporcionan conjuntamente la trayectoria de flujo de líquido 14 del contactor de membranas 16 en este ejemplo de la invención.

[0029] Un puerto de entrada de flujo de gas denso tubular 43 se comunica con el interior de la carcasa 38 en un extremo de la carcasa y un puerto de salida de gas denso 44 se comunica con el interior de la carcasa en el extremo opuesto de la misma. Por tanto, las porciones del interior de la carcasa 38 que están fuera de las membranas de fibra hueca 37 proporcionan la trayectoria de flujo de gas denso 17 del contactor de membranas 16 en esta realización de la invención. Los puertos 38 y 39 y los miembros de puerto 36 y 37 sobresalen de un alojamiento 45 que encierra la carcasa 33.

[0030] Las disposiciones de puertos anteriormente descritas se pueden invertir, de forma que el líquido no tratado entrante entre por uno de los puertos 43 y 44 y salga por el otro mientras el CO₂ denso se dirige hacia uno de los miembros de puerto 41 y 42 y sale por el otro miembro de puerto. En esta disposición alternativa, los lúmenes de las membranas de fibra 37 funcionan como trayectoria de flujo de CO₂ denso del contactor de membranas 13 mientras que la región interior de la carcasa 38 que está fuera de las membranas funciona como la trayectoria de flujo de líquido del contactor.

[0031] El paso de líquido a través de los poros de las membranas de fibra 37 es inhibido usando un material de membrana que no se moje con el líquido y limitando el tamaño de los poros. En el caso de líquidos acuosos, la membrana está formada por material hidrófobo, tal como plástico polipropileno, como un ejemplo. El material de membrana puede ser de tipo hidrófilo si el líquido es un aceite u otro fluido hidrófobo. El diámetro de poro puede variar dependiendo de las características del material de membrana y el líquido concretos, pero típicamente estará en el intervalo de aproximadamente 0,001 micrómetros a aproximadamente 1 micrómetro si el espesor de pared de las membranas está en el intervalo de aproximadamente 0,005 mm a aproximadamente 3 mm. En general, es preferible seleccionar el mayor tamaño de poro que se observe que inhibe el paso del líquido concreto a través de la membrana, puesto que esto maximiza el área de entrecara del líquido y el CO₂ denso.

[0032] Un contactor de membrana 16 de este tipo que está diseñado para funcionamiento comercial típicamente contendrá más membranas de fibra hueca 37 de las que están representadas en las figs. 2 y 3. Los contactores de membrana 16 que se usaron en el ejemplo para poner en práctica el procedimiento que se describe a continuación en el presente documento, contenía 120 de tales membranas de fibra hueca 37. Las membranas de fibra hueca 37 estaban formadas por plástico polipropileno y tenían un diámetro interno de 0,6 mm, un espesor de pared de 200 micrómetros y una longitud de 40 cm. El tamaño medio de los poros de las membranas de fibra hueca 37 era de 0,2 micrómetros y la porosidad de las paredes de fibra era del 70%, siendo la porosidad el porcentaje de pared de membrana que es ocupado por los poros. Se debe señalar que estos materiales y dimensiones específicos se presentan con fines de ejemplo y que también se puede trabajar con otros materiales y dimensionados.

Ejemplo del procedimiento

[0033] Se puso en contacto zumo de rábano fresco con CO₂ a elevada presión mientras se bombeaban a través de dos contactores de membranas 16 del tipo que se ha descrito anteriormente en el presente documento. Los dos contactores de membrana 16 estaban conectados en serie y, por tanto, el zumo de rábano pasaba secuencialmente a través de los dos contactores. La velocidad de flujo era de 4,2 g/min. El sistema se mantuvo a una presión de 200 bar (100 kPa) y una temperatura de 24°C durante el experimento de 24 minutos. El tiempo medio de permanencia del zumo en los contactores de membranas 16 fue de 6 minutos. El zumo se retuvo en un receptor de refinado 24 durante aproximadamente otros diez minutos antes de ser drenado a un vaso de precipitados.

[0034] El tratamiento con CO₂ denso disminuyó sustancialmente el contenido microbiano del zumo según se midió en recuentos de placas que fueron los siguientes:

RECuentos de Placas de Zumo de Rábano		
	Levadura	Total
Antes de CO ₂	30 por g	2910 por g
Después de CO ₂	menos de 10 por g	menos de 10 por g
(Menos de 10 por g es equivalente a no detectable)		

[0035] También se ha observado que la pasta de ajo procesada según la invención no cambia de aroma tan rápidamente como la pasta no tratada. El cambio de aroma es catalizado por la enzima alinasa, entre otras. Se ha

observado que el zumo de raíz de jengibre fresco que permanece a temperatura ambiente en una botella cerrada herméticamente comienza a fermentar varios días antes que el mismo zumo que se ha expuesto a CO₂ denso en un contactor de membranas del tipo anteriormente descrito.

- 5 **[0036]** Aunque la invención se ha descrito en referencia a una realización específica como ejemplo, son posibles muchas modificaciones y variaciones y no se pretende limitar la invención excepto según se define en las reivindicaciones siguientes:

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para conservar o esterilizar un líquido mediante exposición del líquido a dióxido de carbono denso presurizado que comprende las etapas de:
- 5 dirigir un flujo de dicho líquido a lo largo de una trayectoria de flujo líquido que se extiende a lo largo de una primera superficie de una membrana porosa y dirigir un flujo de dicho dióxido de carbono denso presurizado a lo largo de una trayectoria de flujo de dióxido de carbono distinta que se extiende a lo largo de una superficie opuesta de dicha membrana porosa, incluyendo poner en contacto dichos líquido y dióxido de carbono denso presurizado en los poros de dicha membrana, y
- 10 recircular dicho flujo de dióxido de carbono denso presurizado a través de dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono, incluyendo mantener el flujo de dióxido de carbono denso presurizado en estado denso presurizado durante la recirculación del mismo.
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye la etapa adicional de mantener sustancialmente la misma presión elevada en dicha trayectoria de flujo de líquido y en dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual el líquido tiene un constituyente que es soluble en dióxido de carbono denso y que se convierte en un soluto en dicho dióxido de carbono denso durante el paso de
- 20 dicho dióxido de carbono denso a lo largo de dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono, incluyendo la etapa adicional de saturar de dicho dióxido de carbono denso con dicho soluto y mantener dicha saturación de dicho dióxido de carbono denso con dicho soluto durante dicha recirculación de dicho dióxido de carbono denso.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye las etapas adicionales de recibir de forma continua líquido de dicha trayectoria de flujo de líquido en un primer tanque receptor y mantener dicho primer tanque receptor a una presión que es sustancialmente la misma que la presión dentro de dicha trayectoria de flujo dióxido de
- 25 carbono.
5. El procedimiento de la reivindicación 4, que incluye las etapas adicionales de despresurizar dicho líquido mientras se suministra el líquido de dicho primer tanque receptor a un segundo tanque receptor, recuperar dióxido de carbono a baja presión de dicho segundo tanque receptor, recomprimir el dióxido de carbono a baja presión recuperado y devolver el dióxido de carbono recomprimido a dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono.
- 30 6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual dichas trayectoria de flujo de líquido y trayectoria de flujo de dióxido de carbono están definidas por una pluralidad de membranas porosas de fibra hueca, que incluye dirigir uno de dicho flujo de líquido y dicho flujo de dióxido de carbono denso a través de dichas membranas porosas de fibra hueca y dirigir el otro de dicho flujo de líquido y dicho flujo de dióxido de carbono denso a lo largo de superficies externas de dichas membranas porosas de fibra hueca.
- 35 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye hacer fluir de forma continua dicho líquido a lo largo de dicha trayectoria de flujo de líquido y hacer fluir de forma continua dicho dióxido de carbono denso presurizado a lo largo de dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono.
- 40 8. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye poner en contacto dicho líquido y dicho dióxido de carbono denso durante un periodo suficiente para esterilizar dicho líquido.
- 45 9. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye poner en contacto dicho líquido y dicho dióxido de carbono denso durante un periodo suficiente para inactivar un enzima en dicho líquido.
- 50 10. Aparato para conservar o esterilizar líquidos mediante exposición de los líquidos a dióxido de carbono denso presurizado que comprende:
- 55 un contactor de membranas que tiene una trayectoria de flujo de líquido y una trayectoria de flujo de dióxido de carbono denso presurizado en el mismo, estando separadas entre sí dichas trayectorias de flujo mediante una membrana porosa que tiene poros que permiten el contacto de un líquido que fluye en dicha trayectoria de flujo de líquido con el dióxido de carbono denso presurizado que fluye en la trayectoria de flujo de dióxido de carbono,
- 60 una bomba de presurización de líquido que tiene una salida que se comunica con dicho contactor de membranas para dirigir líquido hacia dicha trayectoria de flujo de líquido, y
- una bomba de recirculación de dióxido de carbono denso presurizado que tiene una entrada que se comunica con dicho contactor de membranas para recibir dióxido de carbono denso presurizado que sale de dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono y que tiene una salida que se comunica con dicho contactor de membranas para devolver el dióxido de carbono denso presurizado a dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono denso presurizado.

- 5 11. El aparato de la reivindicación 10, en el cual dicho contactor de membranas incluye una carcasa y una pluralidad de membranas porosas de fibra hueca que se extienden en una dirección en general paralela dentro de dicha carcasa, y en el cual una de dichas trayectorias de flujo se extiende a través de las regiones de los lúmenes de dichas membranas porosas de fibra hueca y la otra de dichas trayectorias de flujo se extiende a lo largo de las superficies exteriores de dichas membranas porosas de fibra hueca.
- 10 12. El aparato de la reivindicación 10, que incluye adicionalmente un primer tanque receptor que tiene una entrada que se comunica con dicho contactor de membranas para recibir líquido de dicha trayectoria de flujo de líquido, que incluye además un conducto de flujo de igualamiento de presiones que comunica dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono denso con dicho primer tanque receptor.
- 15 13. El aparato de la reivindicación 12, que incluye adicionalmente un segundo tanque receptor que tiene una entrada que se comunica con dicho primer tanque receptor para recibir líquido del mismo a través de un reductor de presión.
- 20 14. El aparato de la reivindicación 13, que incluye adicionalmente un tanque de almacenamiento de dióxido de carbono líquido, medios para suministrar dióxido de carbono desde dicho tanque de almacenamiento a dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono para mantener una presión de funcionamiento concreta en la misma, y un compresor que recupera dióxido de carbono a baja presión desde dicho segundo tanque receptor y que licua el dióxido de carbono recuperado, teniendo dicho compresor una salida que se comunica con dicho tanque de almacenamiento de dióxido de carbono líquido.
- 25 15. El aparato de la reivindicación 10, en el cual dicho contactor de membranas incluye una carcasa tubular y una pluralidad de membranas porosas de fibra hueca básicamente paralelas que se extienden en una dirección en general axial en la misma y en el cual una de dichas trayectorias de flujo se extiende a través de las regiones de los lúmenes de dichas membranas porosas de fibra hueca y la otra de dichas trayectorias de flujo se extiende a lo largo de las superficies exteriores de dichas membranas porosas de fibra hueca, incluyendo adicionalmente:
- 30 un primer tanque receptor que tiene una entrada que se comunica con dicho contactor de membranas para recibir líquido de dicha trayectoria de flujo de líquido,
un conducto de flujo de igualamiento de presiones que comunica dicha trayectoria de flujo de dióxido de carbono denso con dicho primer tanque receptor, y
- 35 un segundo tanque receptor que tiene una entrada que se comunica con dicho primer tanque receptor para recibir líquido tratado del mismo a través de un reductor de presión.

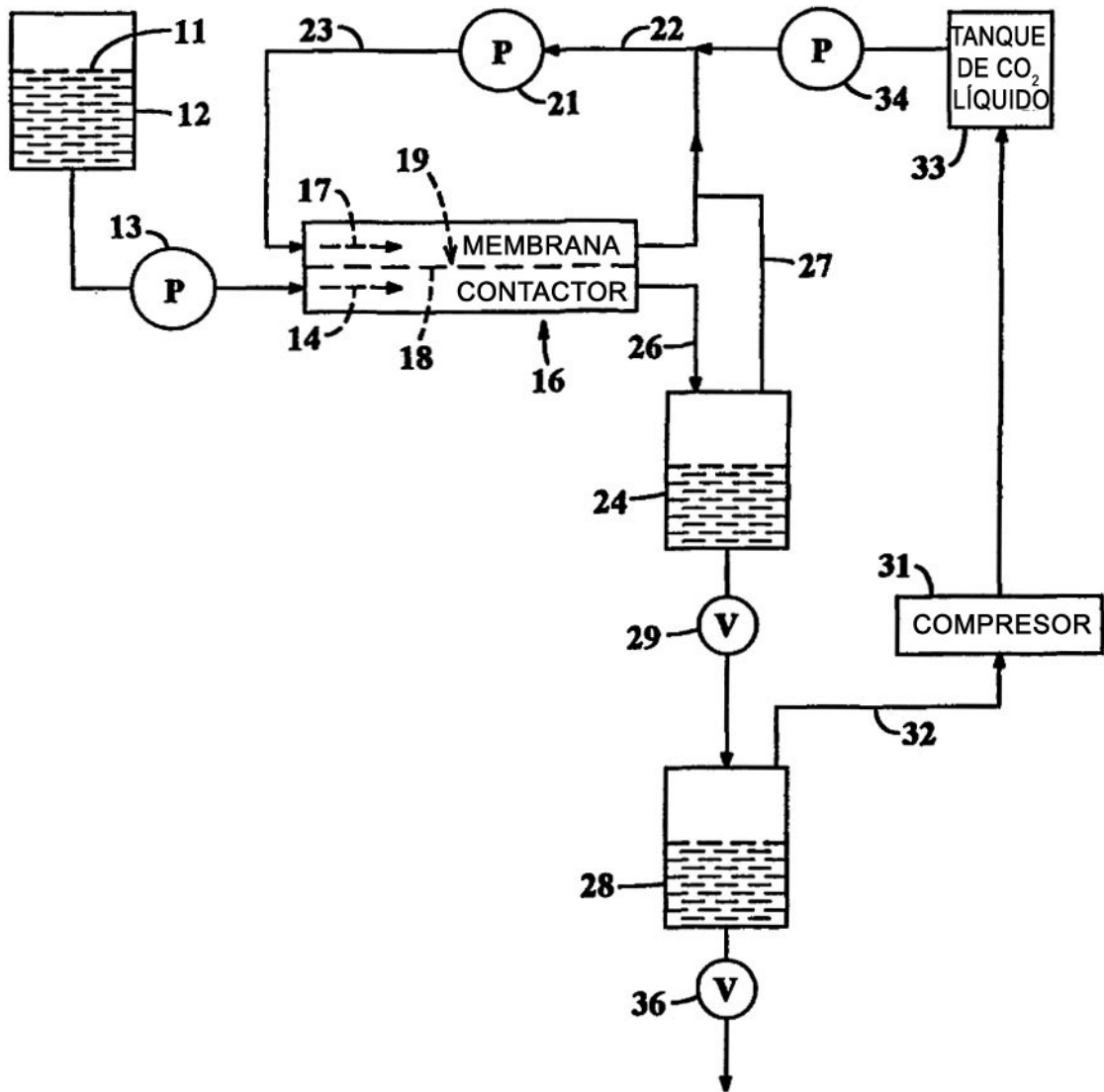


FIG. 1

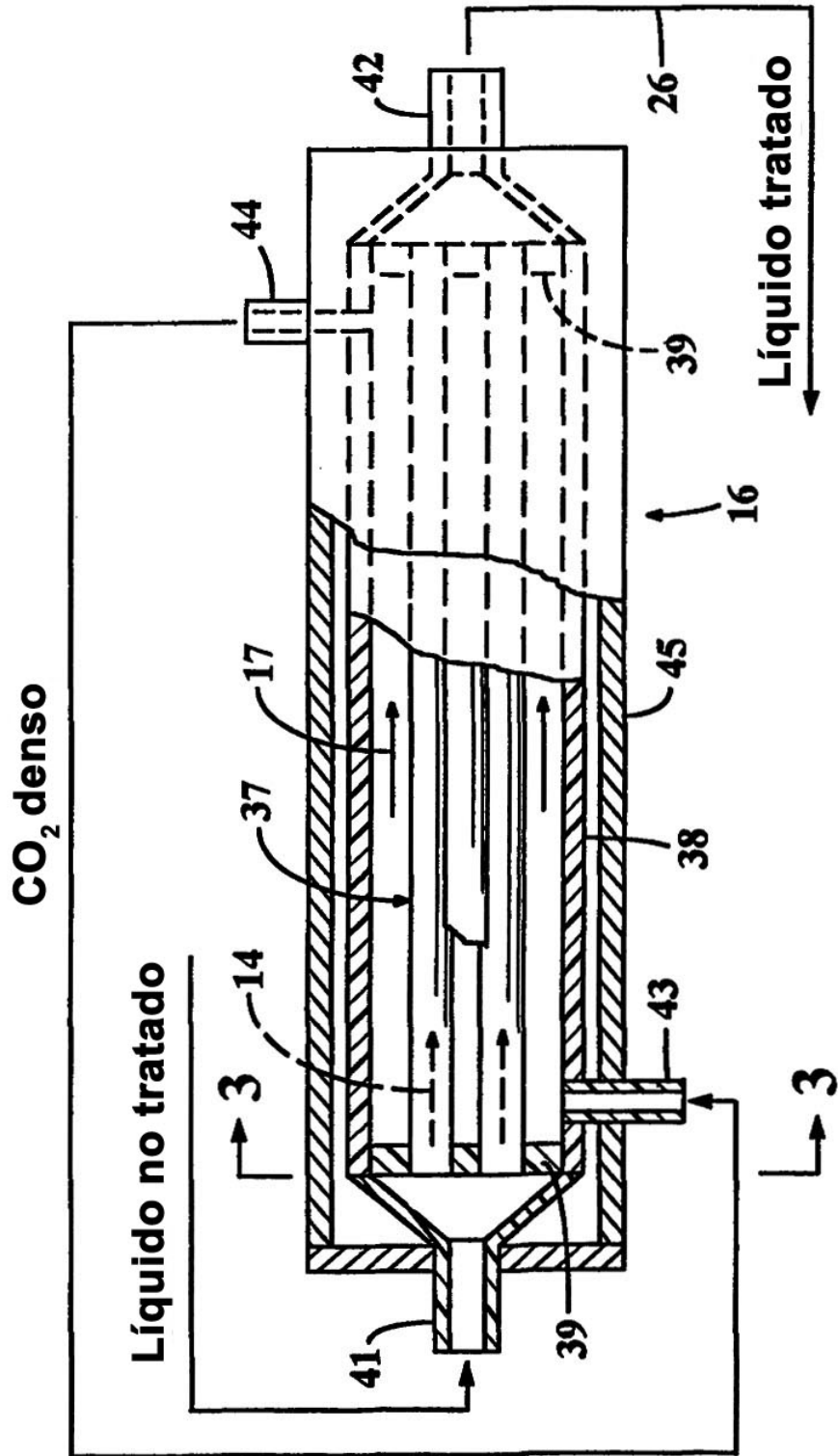


FIG. 2

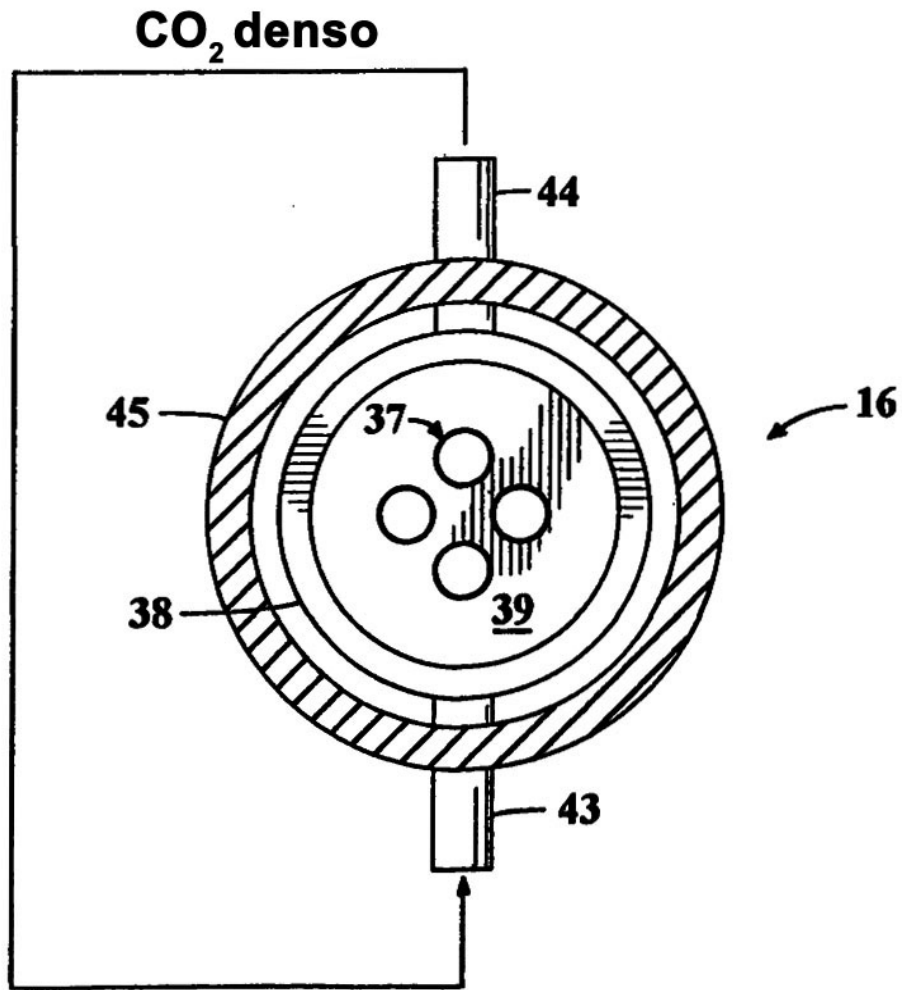


FIG. 3