

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 276**

51 Int. Cl.:

**A23L 3/16** (2006.01)

**A23L 3/22** (2006.01)

**A23L 3/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2022** **E 22169496 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2024** **EP 4265123**

54 Título: **Unidad de tratamiento con UV**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**03.12.2024**

73 Titular/es:  
**ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)**  
**Box 73**  
**221 00 Lund, SE**

72 Inventor/es:  
**HOFFSTEIN, MAGNUS y**  
**WICTOR, CLEMENS**

74 Agente/Representante:  
**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 991 276 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

Unidad de tratamiento con UV

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una unidad de tratamiento con UV para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido y a un sistema para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido como se define en las reivindicaciones adjuntas.

10

**Antecedentes de la invención**

La pasteurización convencional, que incluye tratamiento térmico, se puede utilizar para eliminar al menos parcialmente los patógenos y, de este modo, prolongar la vida útil de un producto alimenticio. En la pasteurización, el tratamiento térmico conduce a la neutralización o desactivación de microorganismos en alimentos y bebidas. El proceso de pasteurización también incluye una etapa de enfriamiento, por lo que el proceso requiere de mucha energía. El tiempo y la temperatura utilizados dependen de múltiples factores, como el nivel deseado o la desactivación, tipo de fluido, tipos de microbios, etc. Por ejemplo, cuando se pasteuriza leche, no todos los microorganismos se destruyen. Por lo tanto, la leche pasteurizada debe refrigerarse posteriormente.

15

20

Debido a los requisitos relacionados con la reducción del consumo de energía, se ha investigado el uso de luz UV para neutralizar microorganismos como alternativa al proceso de pasteurización. En especial, se ha estudiado el uso de luz UV-C como alternativa a la pasteurización tradicional, ya que no necesita calentar el producto alimenticio y enfriarlo posteriormente. Se sabe que la radiación UV-C daña el ADN de los microbios vivos y las esporas, lo que constituye el mecanismo detrás de la desactivación.

25

Sin embargo, la luz también puede provocar efectos no deseados en los propios alimentos, por ejemplo, sabores desagradables. La causa son otras longitudes de onda en el espectro UV-C. Estas longitudes de onda deben filtrarse para evitar estos efectos secundarios no deseados. Mediante la aplicación de un filtro adecuado, los alimentos pueden exponerse a dosis más elevadas de UV-C sin impacto negativo en la calidad de los alimentos. Las dosis más elevadas de longitudes de onda que destruyen el ADN significan que la vida útil del producto tratado puede ser más larga de lo que sería posible lograr sin filtro. Por tanto, existe una necesidad dentro del campo de optimizar la destrucción o desactivación de bacterias y virus (es decir, pasteurización o esterilización) para evitar o reducir la oxidación del producto líquido, ya que la oxidación del producto líquido puede provocar un mal sabor/gusto del producto alimenticio.

30

35

El documento WO 2019/057257 A1 divulga un método de pasteurización con UV-C conocido. Sin embargo, todavía es necesario mejorar los reactores existentes para que sean más adecuados para caudales elevados y líquidos opacos.

40 **Sumario de la invención**

Como se ha mencionado anteriormente, todavía hay margen de mejora en el campo de la pasteurización de alimentos líquidos. En especial, existe una necesidad de proporcionar un reactor o unidad de tratamiento adaptado a caudales elevados y líquidos opacos. También existe una necesidad de unidades flexibles que puedan adaptarse a diferentes procesos alimentarios. Otro deseo es reducir el consumo energético en la pasteurización de alimentos líquidos.

45

Por tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar una unidad de tratamiento y un sistema para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido, que esté adaptado para caudales elevados y líquidos opacos, que pueda adaptarse a diferentes procesos alimentarios y que pueda reducir las necesidades energéticas en los procesos de pasteurización. Los objetivos anteriores se alcanzan mediante la unidad y el sistema de tratamiento con UV de la presente invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

50

Por consiguiente, los objetivos se consiguen mediante una unidad de tratamiento con UV para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido y que comprende una entrada de líquido y una salida de líquido; al menos un conjunto de tubos para líquido translúcidos conectados de manera fluida a la entrada y a la salida y que definen un canal de flujo para el líquido, en donde cada tubo tiene una forma que proporciona al menos dos giros para la dirección del flujo entre la entrada y la salida; una o más fuentes de luz UV, que se configuran para emitir luz en un intervalo de longitud de onda entre 180 y 300 nm hacia al menos un lado del conjunto de tubos para líquido. El número de tubos del conjunto de tubos para el líquido se puede adaptar al proceso y, por tanto, se puede asegurar que el tratamiento se adapta a los caudales del proceso y así, también se pueden tratar caudales elevados. La forma que proporcionan los giros puede comprender curvas o codos que cambian la dirección principal del flujo. La dirección del flujo se puede cambiar, por ejemplo, de hacia la izquierda a hacia la derecha o de hacia atrás a hacia adelante. Las curvas se pueden disponer de manera especular para cambiar la dirección del flujo de manera especular, por ejemplo, en direcciones opuestas. Al proporcionar a los tubos una forma que cambia la dirección del flujo al menos dos veces entre los extremos de entrada y salida de los tubos, se crea turbulencia en el líquido, lo que permite tratarlo adecuadamente con la radiación UV-C y desactivar los microorganismos.

60

65

5 La unidad puede comprender además un filtro óptico colocado entre las fuentes de luz UV y el conjunto de tubos para líquido. El filtro puede configurarse para evitar que longitudes de onda de más de 300 nm pasen a través del filtro. De esta manera es posible utilizar lámparas emisoras de UV-C, que además de la luz UV-C con una longitud de onda entre 200 y 280 nm, emiten también luz fuera de este intervalo. El filtro puede adaptarse para filtrar luz por encima de 280 nm.

10 La unidad de tratamiento con UV puede comprender una estructura de bastidor de tubos, que comprende o está conectado de manera fluida a la entrada y salida de líquido, y que está configurada para soportar el conjunto de tubos para líquido translúcidos en conexión fluida con la entrada y la salida. La estructura de bastidor se puede adaptar para que se pueda conectar y/o montar en otras estructuras de bastidor de la unidad, de modo que se puede obtener una estructura modular para la unidad.

15 De manera análoga al bastidor de tubos, la unidad de tratamiento con UV puede comprender un bastidor de lámparas configurado para soportar las fuentes de luz UV. La estructura de bastidor de tubos y la estructura de bastidor de lámparas se pueden montar y/o conectar entre sí para formar la unidad. La estructura de bastidor de tubos se puede intercalar entre dos estructuras de bastidores de lámparas, de tal manera que las fuentes de luz ultravioleta, es decir, las lámparas, emitan luz hacia lados opuestos de los tubos para líquido. De esta manera se puede garantizar que el líquido se irradia con la luz UV-C de manera eficaz.

20 Cada tubo para líquido puede tener una forma de onda parecida a un zigzag, curva sinusal o forma de serpentina. La forma de onda, en el presente contexto, incluye, por tanto, la forma en zigzag y en serpentina. La forma de onda, en el presente contexto, contiene curvas, codos o similares entre dos partes de tubo sustancialmente rectas o casi rectas. Las curvas o giros cambian la dirección principal del flujo. Se excluye la forma de onda espiral. Podrán excluirse otras formas que tengan una forma de arco continuo sin partes rectas intermedias entre dos giros o curvas.

25 La longitud de onda y la amplitud de las ondas pueden ser constantes o variar a lo largo del tubo. De esta manera es posible adaptar la turbulencia en el líquido. La amplitud de las ondas puede ser de 0,1 a 2 veces la longitud de onda.

30 Cada tubo puede tener un diámetro interior de entre 3 mm y 15 mm. Por lo tanto, se puede proporcionar un flujo suficiente en cada tubo. Las fuentes de luz UV pueden disponerse de manera paralela a lo largo de la extensión de los tubos entre el extremo de entrada y el extremo de salida de los tubos.

35 Se puede intercalar un material reflectante entre las fuentes de luz UV. De esta manera, se puede aumentar la eficacia de la radiación. La o más fuentes de luz pueden seleccionarse entre una lámpara de vapor de mercurio, lámpara de xenón, láser y/o un diodo emisor de luz (LED, del inglés *light emitting diode*) o combinaciones de los mismos. La una o más fuentes de luz pueden comprender una lámpara microbicida de baja presión, tal como una lámpara de vapor de mercurio de baja presión.

40 Los uno o más filtros pueden ser filtros ópticos seleccionados de filtros de pasobanda, filtros de muesca o una combinación de ambos. Mediante el uso de un filtro o filtros, se pueden evitar o bloquear longitudes de onda no deseadas para que no lleguen al alimento líquido en los tubos. De esta manera se pueden evitar los sabores desagradables.

45 La presente invención se refiere además a un sistema de tratamiento con UV para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido que comprende un tanque de alimento líquido para alimento líquido no tratado, un conducto de suministro de alimentación entre el tanque y una bomba de suministro de líquido, un conducto de entrada de líquido conectado de manera fluida a una entrada de una unidad de tratamiento con UV de acuerdo con lo definido anteriormente y un conducto de salida de líquido conectado a una salida de la unidad de tratamiento con UV. En el sistema, un conducto de recirculación está conectado al conducto de salida y al conducto de entrada por delante de la bomba. De esta manera, es posible controlar también el caudal que pasa por la unidad de tratamiento además de o sin utilizar la velocidad de la bomba para la regulación.

50 El conducto de recirculación puede estar conectado de manera fluida a una válvula de flujo controlable de manera manual o eléctrica o comprenderla.

55 El sistema puede controlarse de manera eléctrica y puede comprender además una unidad de control configurada para controlar la bomba y/o la válvula de flujo para ajustar el flujo a través de la unidad de tratamiento con UV. La unidad de control puede configurarse para controlar la válvula de flujo para proporcionar la recirculación del producto alimenticio líquido de modo que el caudal a través de la unidad sea mayor que el caudal proporcionado por la bomba.

Otros aspectos y ventajas de la presente invención se describen en la siguiente descripción detallada.

**Breve descripción de los dibujos**

65 Lo anterior, así como objetos adicionales, características y ventajas del presente concepto inventivo, se entenderán

mejor a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitantes, haciendo referencia a los dibujos adjuntos. En los dibujos se utilizarán números de referencia iguales para elementos iguales a menos que se indique de otro modo.

5 En la figura 1a se muestra una vista lateral de un ejemplo de un tubo de flujo de líquido translúcido que tiene una forma con varios giros en un plano longitudinal-transversal del tubo;

En la figura 1b se muestra una vista lateral de un conjunto de tubos de flujo de líquido translúcidos comprendidos en una primera versión (I) de un bastidor de tubos que tiene una entrada y una salida para el líquido;

10 En la figura 2a se muestra una vista en perspectiva desglosada de una realización de la unidad de tratamiento con UV que comprende el bastidor de tubos y los tubos de la figura 1b y un bastidor de lámparas que comprende lámparas de UV dispuestas horizontalmente y en paralelo;

15 En la figura 2b se muestra una vista en perspectiva desglosada de otra realización de la unidad de tratamiento con UV que comprende el bastidor de tubos y los tubos de la figura 1b con lámparas de UV dispuestas en un bastidor de lámparas verticalmente y en paralelo;

En la figura 3a se muestra un conjunto de tubos para líquido dispuestos de manera paralela uno al lado del otro;

20 En la figura 3b se muestra una vista en perspectiva desglosada del conjunto de tubos para líquido de la figura 3a dispuestos en una unidad de tratamiento con UV de manera que los giros estén orientados hacia las lámparas comprendidas en un bastidor de lámparas;

25 En la figura 3c se muestra una vista lateral de otra variante de la disposición de las lámparas en el bastidor de lámparas en relación con los tubos;

30 En la figura 4a se muestra una vista lateral de un bastidor de lámparas que comprende lámparas de UV en una orientación horizontal y un reflector dispuesto entre las lámparas;

En la figura 4b se muestra una vista en perspectiva parcial de la disposición de la figura 4a;

35 En la figura 5a se muestra una vista en perspectiva parcial desglosada una unidad de tratamiento con UV de acuerdo con una realización que comprende lámparas de UV LED.

En la figura 5b se muestran dos vistas ampliadas parciales de la disposición de la lámpara LED en la unidad de tratamiento con UV de la figura 5a.

40 En la figura 6 se muestra un esquema de flujo para un sistema de tratamiento con UV ilustrativo en el que se puede utilizar la unidad de tratamiento con UV de la divulgación.

#### Descripción detallada

45 La presente divulgación se refiere a una unidad de tratamiento con UV para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido. Los microorganismos que se encuentran en los productos alimenticios líquidos pueden estar presentes debido a la contaminación durante el procesamiento del producto alimenticio líquido. Los microorganismos pueden incluir bacterias, virus, protozoos, hongos, levaduras y algas. La reducción del número de microorganismos también se denomina neutralización, desactivación o esterilización. Cuando los microorganismos se irradian a una longitud de onda que incluye longitudes de onda de 180 a 300 nm, que incluyen las longitudes de onda más eficaces dentro de los espectros de UV-C (100 a 280 nm), los ácidos nucleicos de los microorganismos absorberán la radiación UV-C, lo que provoca mutaciones letales en el ADN. A longitudes de onda superiores a 300 nm el efecto microbicida es limitado, pero el riesgo de fotooxidación puede aumentar. Por lo tanto, es deseable que las lámparas incluyan radiación en el intervalo de 180 a 300 nm.

De acuerdo con la presente divulgación, la reducción se puede realizar sin una etapa de calentamiento con una etapa de enfriamiento opcional en el proceso, con lo que se puede reducir la necesidad energética del proceso. Sin embargo, el proceso de reducción puede incluir etapas de calentamiento y/o enfriamiento, pero como la reducción de los microorganismos se asegura mediante la radiación UV, la cantidad de energía necesaria puede reducirse. Cuando se reduce la cantidad de microorganismos, no todos los microorganismos son necesariamente destruidos, por lo que puede ser necesario un enfriamiento posterior del producto.

65 El producto alimenticio líquido puede ser un producto lácteo, tal como la leche o un producto que contenga leche, una bebida líquida o un producto alimenticio de origen vegetal, zumos de frutas, té, café, sopas o cualquier otro tipo de producto alimenticio líquido.

De acuerdo con una realización, la unidad de tratamiento con UV de la presente divulgación se puede utilizar para el tratamiento de cualquier otro producto alimenticio líquido que contenga patógenos, tal como sangre o líquido que contenga sangre.

5 El producto alimenticio líquido puede ser opaco o parcialmente opaco, lo que significa que el producto puede tener algún grado de translucidez, pero no es completamente translúcido.

10 En las figuras 2a, 2b y 3b se muestran de manera esquemática variantes de la unidad de tratamiento con UV 1. Los detalles de los tubos para líquido translúcidos 110 y las variantes de cómo se pueden disponer en una unidad de tratamiento con UV se muestran en las figuras 1a y 1b, 2a, 2b y 3a a 3c respectivamente, y se hace referencia igualmente a cada uno de los dibujos.

15 La unidad de tratamiento con UV 1 mostrada en las figuras 2a y 3b comprende una entrada de líquido 12 a través de la cual se suministra líquido a un conjunto de tubos para líquido translúcidos 110, dos de los cuales están representados con signos de referencia. El número de tubos 110 en este conjunto de tubos es 9. Sin embargo, el número de tubos podría ser mayor o menor, dependiendo de la forma y dimensiones del sistema y del bastidor 10 de tubos. La entrada 12 puede estar ubicada en una dirección transversal con respecto al conjunto de tubos, de manera que el líquido se suministra a un extremo de entrada 111 de cada tubo en una dirección sustancialmente transversal. En el conjunto, cada uno de los tubos 110 tiene un extremo de entrada 111 y un extremo de salida 112. Los extremos 111 y 112 pueden colocarse en dirección vertical y, por tanto, perpendiculares a la posición de la entrada 12 como se muestra en las figuras 1b, 2a, 2b y 3b. Esto significa que el líquido de la entrada 12 ingresa a los tubos 110 en una dirección que es perpendicular en comparación con la dirección en la que se extiende el extremo de entrada 112 del tubo. De manera similar, la salida 13 puede estar ubicada de manera que el líquido se suministre desde los tubos en una dirección sustancialmente transversal y, por tanto, el líquido sale de los tubos 110 en una dirección que es perpendicular en comparación con la dirección en la que se extiende el extremo de salida 112 del tubo.

30 Cada uno de los tubos 110 define un canal de flujo para el líquido y se extiende en una dirección generalmente vertical (V). Cada uno de los tubos tiene una forma que proporciona al menos dos giros, G1 y G2, para la dirección de flujo en una dirección transversal entre el extremo de entrada 111 y el extremo de salida 112 de cada tubo 110, es decir, la dirección de flujo DF ilustrada en la figura 1a cambia al menos dos veces entre el extremo de entrada y el extremo de salida. La forma que proporcionan los giros puede comprender curvas o codos que cambian la dirección principal del flujo. La dirección del flujo se puede cambiar, por ejemplo, de hacia la izquierda a hacia la derecha o de hacia atrás a hacia adelante. Las curvas se pueden disponer de manera especular para cambiar la dirección del flujo de manera especular, por ejemplo, en direcciones opuestas. Como se muestra en la figura 1a, el primer giro G1 cambia la dirección del flujo hacia la izquierda y el segundo giro G2 cambia la dirección del flujo hacia la derecha.

40 Como se ilustra en la figura 1a, las variaciones de forma que proporcionan el cambio de la dirección del flujo DF se pueden disponer en un plano definido por una extensión vertical (V) de los tubos, que también se denomina extensión longitudinal (L) del tubo 110 y extensión transversal (T) del tubo 110. Por lo tanto, la dirección del flujo DF puede modificarse en un plano definido por las extensiones longitudinal y transversal de los tubos. Por tanto, la forma del tubo puede ser plana. Por lo tanto, no existe variación de forma o solo existe una variación menor en un plano que define una dirección de profundidad P del tubo 110 o de la unidad, como se ilustra en la figura 2a. De este modo, la forma del tubo cambia en la extensión transversal y longitudinal. La extensión de los tubos 110 en una dirección de profundidad (P), que es perpendicular al plano de la dirección longitudinal (L) y transversal (T), puede ser sustancialmente la misma a lo largo de la longitud de los tubos. La forma de los tubos permite la máxima exposición del líquido a la luz UV-C. El diseño de los tubos hace que el flujo sea turbulento debido a que los giros cambian la dirección del flujo del líquido. De esta manera, se puede asegurar que todo el líquido dentro de los tubos estará expuesto a la luz UV-C. De manera adicional, de esta manera, los tubos se pueden disponer en la unidad de tratamiento con UV de manera que se ahorre espacio y las luces UV se pueden disponer para proporcionar una radiación uniforme en los tubos. Además, proporcionando un conjunto de tubos en el que los tubos están dispuestos de manera paralela en la unidad, se obtiene un sistema flexible, en el que el número de tubos se puede adaptar a los caudales necesarios. De manera adicional, la unidad será consistente ya que el tratamiento podrá continuar incluso en caso de rotura de un tubo del conjunto.

55 Como se ilustra en la figura 1a, el tubo 110 tiene una forma de onda continua a lo largo de la longitud del tubo 110 y cada tubo está dispuesto en una posición generalmente vertical, lo que significa que el extremo de entrada 111 está dispuesto por encima del extremo de salida 112 en una dirección vertical V. Cada onda tiene un valle (VA) de onda y una cresta (CR) de onda. La forma de onda puede parecerse a una onda sinusal, o puede tener giros de onda más pronunciados y parecerse a una forma en zigzag. De acuerdo con una variante, la forma de la onda puede parecerse a una forma de serpentina. Por tanto, la forma de onda, en el presente contexto, incluye la forma en zigzag y de serpentina. La forma de onda, en el presente contexto, contiene curvas, codos o similares entre dos partes de tubo sustancialmente rectas. Las curvas o giros cambian la dirección principal del flujo. Se excluye la forma de onda espiral. Podrán excluirse otras formas que tengan una forma de arco continuo sin partes rectas intermedias.

65 Cada tubo tiene un diámetro interior entre 3 mm y 15 mm. Los tubos no pueden tener bordes afilados, incluso si la

forma se asemeja a una forma en zigzag.

La parte de tubo que se extiende entre cada valle y cresta se denomina, en este contexto, parte de onda intermedia (OI), que es sustancialmente recta y cruza un nivel medio (M) del tubo en forma de onda. La longitud de onda ( $\lambda$ ) de cada onda se define entre dos crestas o valles vecinos. La amplitud (A) de cada onda se define entre la cresta (CR) o valle (VA) y el nivel medio (M). Cuanto mayor sea la amplitud y más corta la longitud de onda, más vueltas habrá y más se desacelera el líquido dentro de los tubos. Por tanto, dado que el flujo de líquido se desacelera dentro de los tubos, mayor será el tiempo de exposición del líquido a los rayos UV. Por otro lado, cuanto menor sea la amplitud y mayor la longitud de onda, menos se desacelera el líquido en los tubos y más corto será el tiempo de exposición a los rayos UV.

La amplitud de las ondas puede ser de 0,1 a 2 veces la longitud de onda para garantizar una exposición y unas condiciones de proceso suficientes. La longitud de onda y la amplitud de las ondas pueden ser constantes o variar a lo largo del tubo. Cada uno de los giros G1, G2, etc., contribuye a la creación de turbulencia en el flujo de líquido, lo cual es fundamental para promover una transferencia eficaz de UV-C al líquido. El diseño de tubo actual proporciona una manera eficaz y que ahorra espacio para contribuir al flujo turbulento, que puede maximizar el efecto de la dosis de UV en el líquido.

De acuerdo con una primera variante (I), que se ilustra en la figura 1b, los tubos 110 están dispuestos uno al lado del otro en una estructura de bastidor de tubos 10 de la unidad de tratamiento con UV 1 de tal manera que los valles VA y las crestas CR de los tubos 110 se extienden en una posición acostada, es decir, los valles y crestas de los tubos se extienden en una dirección transversal T del bastidor. De esta manera, una gran superficie de los tubos 110 individuales se enfrenta a las lámparas de UV 210, también denominadas fuentes de luz y, por tanto, pueden estar expuestos a la radiación UV. De esta forma, una sección del bastidor de tubos con el conjunto de tubos tendrá un requisito de espacio más limitado en la dirección de profundidad de la unidad.

De acuerdo con una segunda variante (II), que se ilustra en las figuras 3a a 3c, los tubos 110 están dispuestos en paralelo uno al lado del otro en la estructura de bastidor de tubos 10 de la unidad de tratamiento con UV 1 de tal manera que los valles VA y las crestas CR de los tubos 110 se extienden en la dirección de profundidad (D) y, por lo tanto, miran hacia las lámparas de UV 210. El número de tubos 110 en esta segunda variante puede ser mayor que en la primera variante. En el ejemplo ilustrado, el número de tubos en 20, podría ser más o menos dependiendo de las dimensiones de la unidad y del bastidor de tubos 20.

En general, los tubos con forma de onda pueden disponerse de tal manera que las ondas estén en fase. De esta manera, los tubos pueden colocarse uno al lado del otro. Por lo tanto, es posible disponer más tubos en un bastidor que tengan la misma área en dirección longitudinal y transversal y se puede exponer un mayor volumen de líquido a la radiación UV. Como alternativa, las ondas de los tubos 110 vecinos con forma de onda pueden estar desfasadas. De esta manera, se puede acercar una mayor superficie de los tubos a las lámparas de UV 210 a cada lado del conjunto de lámparas de la unidad.

Los tubos para líquido pueden estar hechos de cualquier tipo de material convencional transparente a la luz UV emitida por una o más fuentes de luz. El material debe estar aceptado para su uso en relación con productos alimenticios y puede comprender o consistir en materiales poliméricos o vidrio de cuarzo o cualquier otro material inerte transparente adecuado para el procesamiento de alimentos. El material polimérico puede tener en sí mismo una propiedad filtrante, o puede incluir un recubrimiento, que impide el paso de longitudes de onda superiores a 300 nm. Los materiales de tubo adecuados incluyen polímeros a base de fluoropolímero, polietileno y/o poliuretano y combinaciones de los mismos, pero no se limitan a ellos. Los materiales elegidos deben tener alta pureza, baja permeabilidad, buena resistencia química y a la luz, y alta transparencia, entre otros.

La unidad de tratamiento con UV de la presente invención comprende una o más fuentes de luz UV, que están configuradas para emitir luz en un intervalo de longitud de onda entre 180 y 300 nm. Se puede utilizar un intervalo de longitud de onda más amplio, que comience, por ejemplo, en 100 nm y supere los 300 nm, por ejemplo, junto con filtros ópticos.

Las fuentes de luz UV, también conocidas como lámparas de UV, están dispuestas en al menos un lado lateral del conjunto de tubos para líquido, que pueden disponerse en posición acostada o paralela como se ha descrito anteriormente en relación con las variantes (I) y (II) y como se muestra en las figuras 2a y 3b.

La o las fuentes de luz pueden seleccionarse de lámparas de mercurio (de baja y media presión), lámparas de amalgama, lámparas de arco de xenón, lámparas exciméricas, lámparas pulsadas de banda ancha, lámparas de UV de microondas y LED (diodos emisores de luz). La fuente de luz, también denominada lámpara, utilizada en la unidad de tratamiento con UV de la presente invención puede ser cualquiera de estas fuentes de luz, siempre que pueda crear emisión de luz en el área de longitud de onda espectral de 180 nm a 300 nm, que incluye el área de longitud de onda espectral ultravioleta C (UV-C) dentro de un intervalo de longitud de onda preferido de 200 a 280 nm. A la hora de elegir una lámpara adecuada, los factores de rendimiento que se pueden considerar incluyen, por ejemplo, la vida útil esperada de la lámpara, la potencia de la lámpara y potencia de la lámpara durante su vida útil, la temperatura de

funcionamiento de la lámpara, la reflexión, la refracción de dispersión dentro del sistema, los valores de absorción necesarios y otras consideraciones generales de mantenimiento, tal como el suministro de energía y el coste de las lámparas a utilizar.

5 Las lámparas monocromáticas pueden ser preferibles ya que pueden emitir luz en una determinada longitud de onda deseada en gran medida. Por ejemplo, las lámparas monocromáticas de mercurio de baja presión pueden proporcionar en gran medida energía de radiación UV-C en un intervalo de longitud de onda de aproximadamente 253 a 254 nm, gama especialmente adecuada para la desinfección. Sin embargo, es necesario controlar la temperatura de la pared de las lámparas para evitar cambios en la longitud de onda a longitudes de onda más elevadas. De forma alternativa, también se pueden utilizar lámparas de amalgama de baja presión, que tienen una larga vida útil.

10 En los últimos años, el uso de diodos emisores de luz (LED) se ha vuelto cada vez más interesante debido a la baja necesidad de energía y temperaturas durante el tratamiento. Los LED suelen ser pequeños (menos de 1 mm) y se pueden utilizar varias lámparas para proporcionar el patrón de radiación deseado.

15 Las lámparas UV que se pueden utilizar en la presente unidad de tratamiento con UV pueden funcionar a una temperatura de la lámpara de entre 0 °C y 120 °C. Cuanto menor sea la temperatura de funcionamiento, menor será el calor transferido desde la fuente de luz al producto alimenticio líquido. Esto puede dar como resultado una menor necesidad de enfriamiento del producto alimenticio líquido después del tratamiento con UV. Sin embargo, dado que el caudal a través de los tubos se mantiene elevado, se puede evitar el riesgo de un calentamiento excesivo del líquido incluso con temperaturas de funcionamiento de la lámpara más elevadas, por lo que también se pueden utilizar lámparas convencionales, por ejemplo, lámparas de mercurio de baja presión.

20 En las figuras 2a-2b y 3b-3c se muestran en cada una una variante de una disposición de lámpara en la unidad de tratamiento con UV 1 de la presente invención. En la variante de la figura 2a, las lámparas 210 cilíndricas están dispuestas en ambos lados laterales del conjunto de tubos 210 de tal manera que se extienden horizontalmente y en la dirección transversal (T) de la unidad de tratamiento 1 en un respectivo bastidor de lámparas 20. En una variante mostrada en la figura 2b, las lámparas 210 están dispuestas en posición vertical (V) en el bastidor de lámparas 20 en un lado lateral de los tubos. En la estructura intercalada mostrada con el conjunto de tubos 110 dispuestos entre las lámparas, las lámparas 210 están dispuestas en posición horizontal en el bastidor de lámparas 20 en el lado opuesto de los tubos 210 y, por lo tanto, se extienden en la dirección transversal (T) de manera similar a la de la figura 2a. En ambas variantes, las lámparas 210 están dispuestas en el bastidor de lámparas 20 una al lado de la otra con una distancia entre las lámparas en dirección horizontal o vertical dependiendo de la respectiva orientación de la lámpara. La distancia entre las lámparas puede ser, por ejemplo, igual al diámetro de la lámpara, pero puede ser mayor o menor que el diámetro de la lámpara. De esta forma se puede evitar el sobrecalentamiento de las lámparas. El número de lámparas en el ejemplo mostrado es 12, pero pueden ser más o menos, dependiendo del tamaño de la unidad de tratamiento.

25 En la figura 3c se muestra otra variante de una disposición del bastidor de lámparas 20. Las lámparas 210 están, en esta variante, conectadas al bastidor de lámparas 20 que comprende dos paredes laterales 20' en los dos lados transversales (T) del conjunto de tubos 210. Las lámparas 210 están dispuestas de tal manera que dos lámparas 210 están dispuestas en una fila una al lado de la otra en lados opuestos de los tubos 110. Las lámparas se extienden en dirección transversal (T) a través del conjunto de tubos 110. Dado que los tubos 110 tienen forma de onda, las filas de lámparas se desplazan hacia la izquierda o hacia la derecha una con respecto a la otra para seguir la forma de onda de los tubos 110. En esta variante la forma de onda de los tubos 110 debe, por tanto, estar dispuesta en fase entre sí. Como alternativa, las paredes laterales 20' en las que se conectan las lámparas 210, podrían colocarse en lados opuestos del conjunto de tubos 210 en la dirección de profundidad P como se muestra en la figura 2a. En esta variante es posible acercar las lámparas 210 a los tubos 110, lo que puede proporcionar una reducción más eficaz de microorganismos no deseados.

30 En todas las disposiciones de los bastidores de lámparas mencionadas anteriormente, las lámparas 210 pueden ser, por ejemplo, lámparas de mercurio de baja presión, pero podrían ser de cualquier otro tipo adecuado.

35 Como alternativa, las lámparas podrían ser LED 210 como se muestra en una variante de la figura 5a. Como se muestra mejor en la vista parcial ampliada de la figura 5b, los LED 210 están dispuestos en una placa 220 fijada al bastidor de lámparas 20. Los LED se pueden disponer en el patrón deseado, lo que puede aumentar la flexibilidad y adaptación de la unidad a diferentes necesidades.

40 De acuerdo con otra variante de la invención, es posible incluir reflectores en la unidad de tratamiento con UV. Los reflectores están asociados a las lámparas de UV y pueden comprender o consistir en materiales reflectantes, por ejemplo, aluminio o materiales poliméricos, tal como materiales que contienen politetrafluoroetileno. El material reflectante puede ser, por ejemplo, un revestimiento o una película. En las figuras 4a y 4b se muestra un ejemplo de un reflector en forma de una varilla 230 que tiene un revestimiento reflectante. La varilla tiene una sección transversal de forma cuadrada y está dispuesta entre dos lámparas de UV 210 vecinas. La varilla 230 está dispuesta entre las lámparas de manera que las esquinas del cuadrado queden orientadas hacia las lámparas y el conjunto de tubos. De esta manera se puede aumentar la superficie reflectante hacia los tubos. De manera adicional, utilizando el reflector

se puede aumentar la eficacia de la radiación.

La unidad de tratamiento con UV puede comprender además un filtro óptico 30 colocado entre las fuentes de luz UV y el conjunto de tubos para líquido. El objetivo del filtro óptico es garantizar que las longitudes de onda fuera del intervalo de UV-C no puedan pasar, aunque sí lo pueda hacer la luz UV-C. El filtro 30 se puede colocar en asociación con el bastidor de lámparas 20 para cubrir las lámparas en el lado que mira hacia el conjunto de tubos como se muestra en las figuras 2a, 2b, 3b y 5a.

De este modo, el filtro está configurado para evitar que longitudes de onda de más de 300 nm o, como alternativa, de más de 280 nm, pasen a través del filtro y es especialmente beneficioso cuando las fuentes de luz UV no emiten luz UV-C monocromática. Se pueden utilizar diferentes tipos de filtros ópticos, incluidos filtros de interferencia o de pasobanda, filtros de muesca o una combinación de filtros. El principio de funcionamiento del filtro de la presente divulgación se puede basar en la translucidez para intervalos de longitud de onda particulares y la eliminación de otras frecuencias debido a interferencias. El filtro pasobanda permite el paso de frecuencias dentro de un intervalo determinado y rechaza las frecuencias fuera de ese intervalo. El filtro de muesca permite el paso de la mayoría de las frecuencias, pero atenúa aquellas en un intervalo específico a niveles muy bajos. Mediante el uso del filtro óptico, es posible bloquear longitudes de onda superiores a una longitud de onda deseada, por ejemplo, por encima de 300 nm, con lo que se puede evitar la fotooxidación en el alimento líquido, por ejemplo, la fotooxidación de la riboflavina. De esta manera, se pueden evitar sabores desagradables en los alimentos líquidos.

En la figura 6 se muestra además un sistema de tratamiento con UV 40 para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido. El sistema comprende un tanque 2 para alimento líquido para alimento líquido no tratado. El tanque 2 puede ser un tanque de acero. El alimento líquido puede ser un producto alimenticio fresco no pasteurizado, tal como leche. El tanque 2 está conectado de manera fluida a un conducto 3 de suministro de alimentación dispuesto entre el tanque 2 y una bomba 4 de suministro de líquido. La bomba de suministro de líquido está adaptada para un proceso higiénico y puede ser una bomba centrífuga, pero no se limita a ello. La bomba puede comprender un motor eléctrico 5, que se puede controlar de forma eléctrica, como se describe con más detalle a continuación. Como alternativa, la bomba se puede controlar manualmente para proporcionar el suministro deseado.

Por delante de la bomba 4, un conducto de entrada 6 de líquido está conectado de manera fluida a una entrada 12 de la unidad de tratamiento con UV 1 de acuerdo con la presente divulgación y como se describió anteriormente. Por delante de la unidad de tratamiento con UV 1 se dispone un conducto de salida 7 de líquido, que está conectado a la salida 13 de la unidad de tratamiento con UV. El conducto de salida 7 puede comprender un fluxímetro 17 por delante de la salida 13 y por detrás de un conducto de recirculación 9, que está conectado al conducto de salida 7 y al conducto de entrada 6 por delante de la bomba 4. Se puede conectar un fluxímetro 16 al conducto de entrada 6 por detrás del punto de conexión, donde el conducto de recirculación está conectado al conducto de entrada 6. El conducto de recirculación comprende una válvula de flujo 8, que puede ser una válvula de flujo controlable de manera manual o eléctrica. La válvula de flujo 8 también puede estar conectada al conducto de salida 7 y, por lo tanto, puede ser una válvula de tres vías controlable de manera manual o eléctrica. De esta manera, el flujo puede controlarse tanto en el conducto de recirculación 8 como en el conducto de salida 7. La bomba 4 y la válvula de flujo 8 pueden controlarse de manera manual o automática por medio de una unidad de control 11.

Como se ilustra además en la figura 6, el sistema puede comprender además la unidad de control automático 11 configurada para controlar la bomba 4 y/o la válvula de flujo 8 para ajustar el flujo a través de la unidad de tratamiento con UV 1. El motor eléctrico 5 de la bomba puede estar conectado a la unidad de control a través de un cable o mediante una conexión inalámbrica representada por la línea discontinua 15. De manera similar, el sistema puede comprender un fluxímetro 16 por detrás de la unidad de tratamiento con UV 1 y un fluxímetro 17 por delante de la unidad de tratamiento con UV y por detrás o por delante de la válvula de flujo 8, y cada uno de estos fluxímetros y la válvula de control pueden estar conectados a la unidad de control 11 a través de un cable o a través de una conexión inalámbrica representada por la línea discontinua 15.

La unidad de control 11 puede estar configurada para controlar la válvula de flujo 8 para proporcionar recirculación del producto alimenticio líquido de manera que el caudal a través de la unidad sea mayor que el caudal proporcionado por la bomba. Por ejemplo, el fluxímetro detecta el caudal por delante de la bomba y ajusta la velocidad de la bomba para proporcionar un caudal de 3000 l/h. El valor establecido para el caudal por delante de la unidad de tratamiento con UV se establece en 4000 l/h. Esto se puede conseguir mediante el ajuste del caudal mediante la válvula de flujo 8. El control también puede realizarse de forma manual y no es necesario que la bomba y la válvula de flujo se controlen de forma eléctrica.

La invención no se limita a la realización divulgada, sino que puede variarse y modificarse dentro del alcance de las reivindicaciones que se exponen a continuación. En lo que antecede, el concepto inventivo se ha descrito principalmente con referencia a un número limitado de ejemplos. Sin embargo, como apreciarán fácilmente los expertos en la materia, son igualmente posibles otros ejemplos de los divulgados anteriormente dentro del alcance del concepto inventivo, como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Unidad de tratamiento con UV (1) para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido, comprendiendo la unidad:
  - 5 - una entrada de líquido (12) y una salida de líquido (13);
  - al menos un conjunto de tubos para líquido translúcidos (110), comprendiendo cada tubo un extremo de entrada (111) y un extremo de salida (112), estando los tubos conectados de manera fluida a la entrada y a la salida de la unidad y definiendo un canal de flujo para el líquido, en donde cada tubo tiene una forma que proporciona al menos dos giros (G1 y G2) para la dirección del flujo (DF) entre el extremo de entrada y el extremo de salida del tubo,
  - 10 - una o más fuentes de luz ultravioleta (210), que se configuran para emitir luz en un intervalo de longitud de onda entre 180 y 300 nm hacia al menos un lado del conjunto de tubos para líquido.
  - opcionalmente un filtro óptico (30) colocado entre las fuentes de luz UV y el conjunto de tubos para líquido, configurado el filtro para evitar que longitudes de onda de más de 300 nm pasen a través del filtro.
- 15 2. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la unidad de tratamiento con UV comprende una estructura de bastidor de tubos (10), que comprende o está conectada de manera fluida a la entrada y salida de líquido y que está configurada para soportar el al menos un conjunto de tubos para líquido translúcidos en conexión fluida con la entrada y la salida.
- 20 3. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 2, en donde la unidad de tratamiento con UV comprende un bastidor de lámparas (20) configurado para soportar las fuentes de luz UV (210).
4. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la estructura de bastidor de tubos (10) y la estructura de bastidor de lámparas (20) están configuradas para montarse y/o conectarse entre sí, y en donde la estructura de bastidor de tubos (10) está intercalada entre dos estructuras de bastidor de lámparas (20), de manera
  - 25 que las fuentes de luz UV emiten luz hacia lados opuestos de los tubos para líquido (110).
5. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada tubo para líquido (110) tiene una forma de onda que se asemeja a un zigzag, curva sinusal o forma de serpentina, y en donde la longitud de onda y la amplitud de las ondas son constantes o varían a lo largo de la longitud del tubo.
- 30 6. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la amplitud de las ondas es de 0,1 a 2 veces la longitud de onda.
- 35 7. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde cada tubo tiene un diámetro interior entre 3 mm y 15 mm.
8. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las fuentes de luz UV están dispuestas de manera paralela a lo largo de la extensión de los tubos entre el extremo de entrada y
  - 40 el extremo de salida de los tubos.
9. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 8, en donde un material reflectante se intercala entre las fuentes de luz UV.
- 45 10. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la una o más fuentes de luz se seleccionan de una lámpara de vapor de mercurio, lámpara de xenón, láser y/o un diodo emisor de luz (LED) o combinaciones de los mismos.
11. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la una o
  - 50 más fuentes de luz son una lámpara microbicida de baja presión, tal como una lámpara de vapor de mercurio de baja presión.
12. Unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el uno o
  - 55 más filtros son filtros ópticos seleccionados de filtros pasobanda, filtros de muesca o una combinación de ambos.
13. Sistema de tratamiento con UV (40) para reducir la cantidad de microorganismos activos o vivos en un producto alimenticio líquido que comprende un tanque (2) de alimento líquido para alimento líquido sin tratar, un conducto de suministro de alimentación (3) entre el tanque y una bomba (4) de suministro de líquido, un conducto de entrada (6) de líquido conectado de manera fluida a una entrada (12) de una unidad de tratamiento con UV de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, un conducto de salida (7) de líquido conectado a una salida de la unidad de
  - 60 tratamiento con UV (1), en donde un conducto de recirculación (9) está conectado al conducto de salida (7) y al conducto de entrada (6) por delante de la bomba (4).
14. Sistema de tratamiento con UV de la reivindicación 13, en donde el conducto de recirculación (9) está conectado de manera fluida a una válvula de flujo (8) controlable de forma manual o eléctrica.
- 65

15. Sistema de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, en donde el sistema comprende además una unidad de control (11) configurada para controlar la bomba (4) y/o la válvula de flujo (8) para ajustar el flujo a través de la unidad de tratamiento con UV (1).
- 5 16. Sistema de tratamiento con UV de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la unidad de control está configurada para controlar la válvula de flujo para proporcionar recirculación del producto alimenticio líquido de manera que el caudal a través de la unidad sea mayor que el caudal proporcionado por la bomba

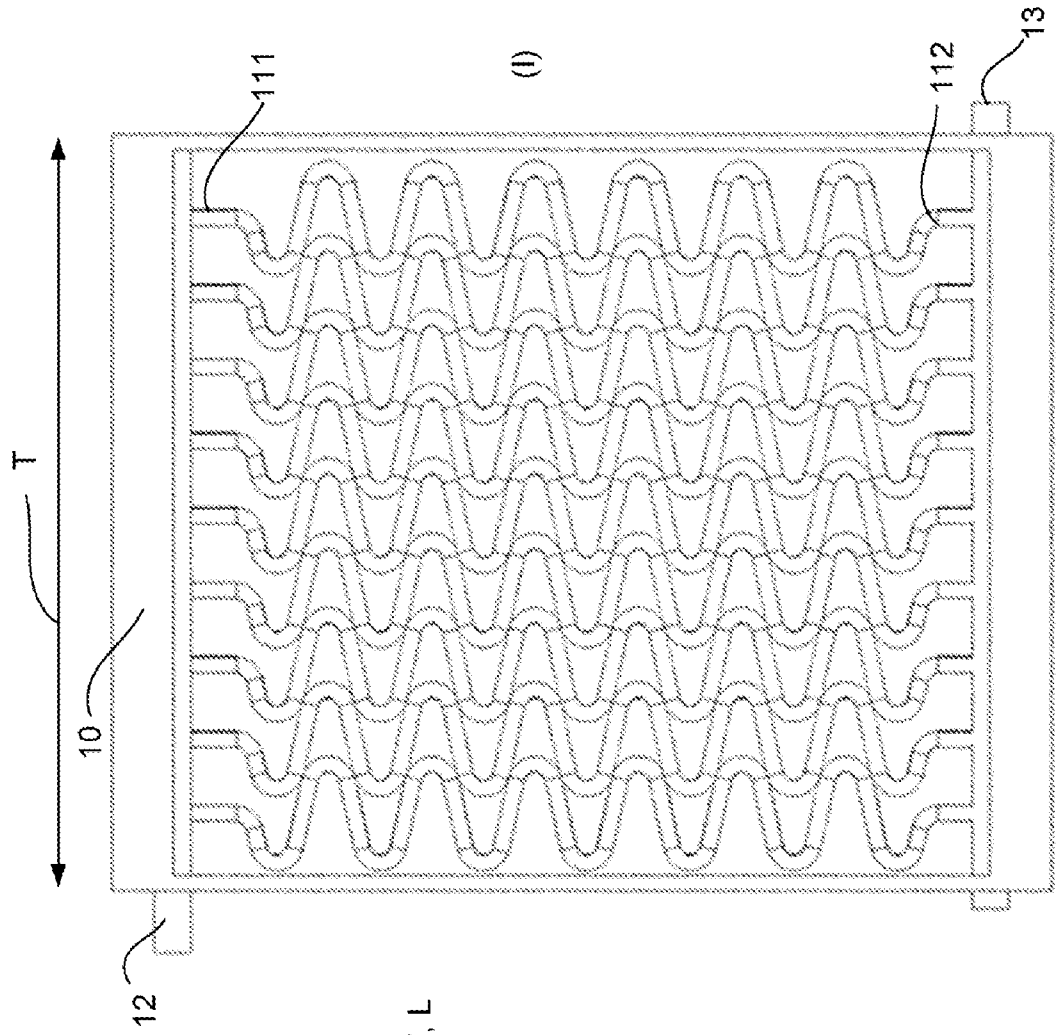


Fig. 1b

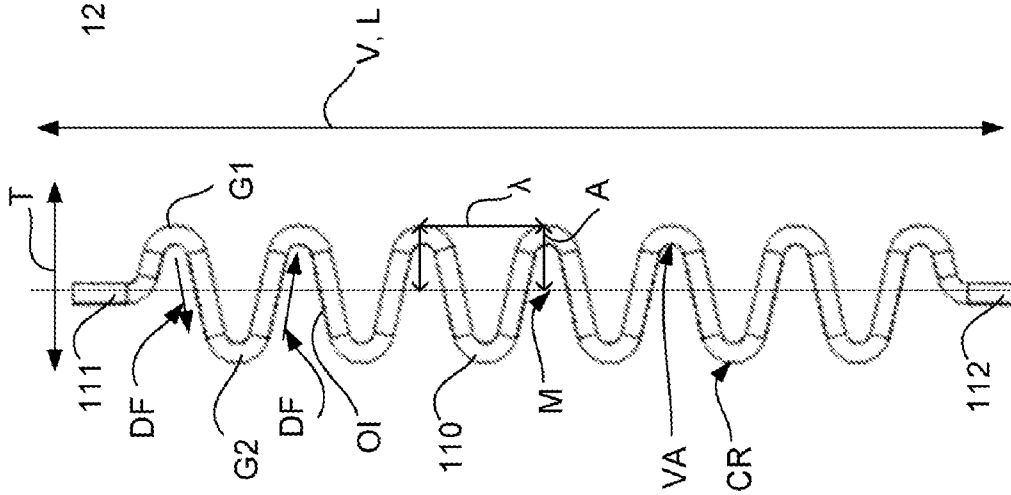


Fig. 1a

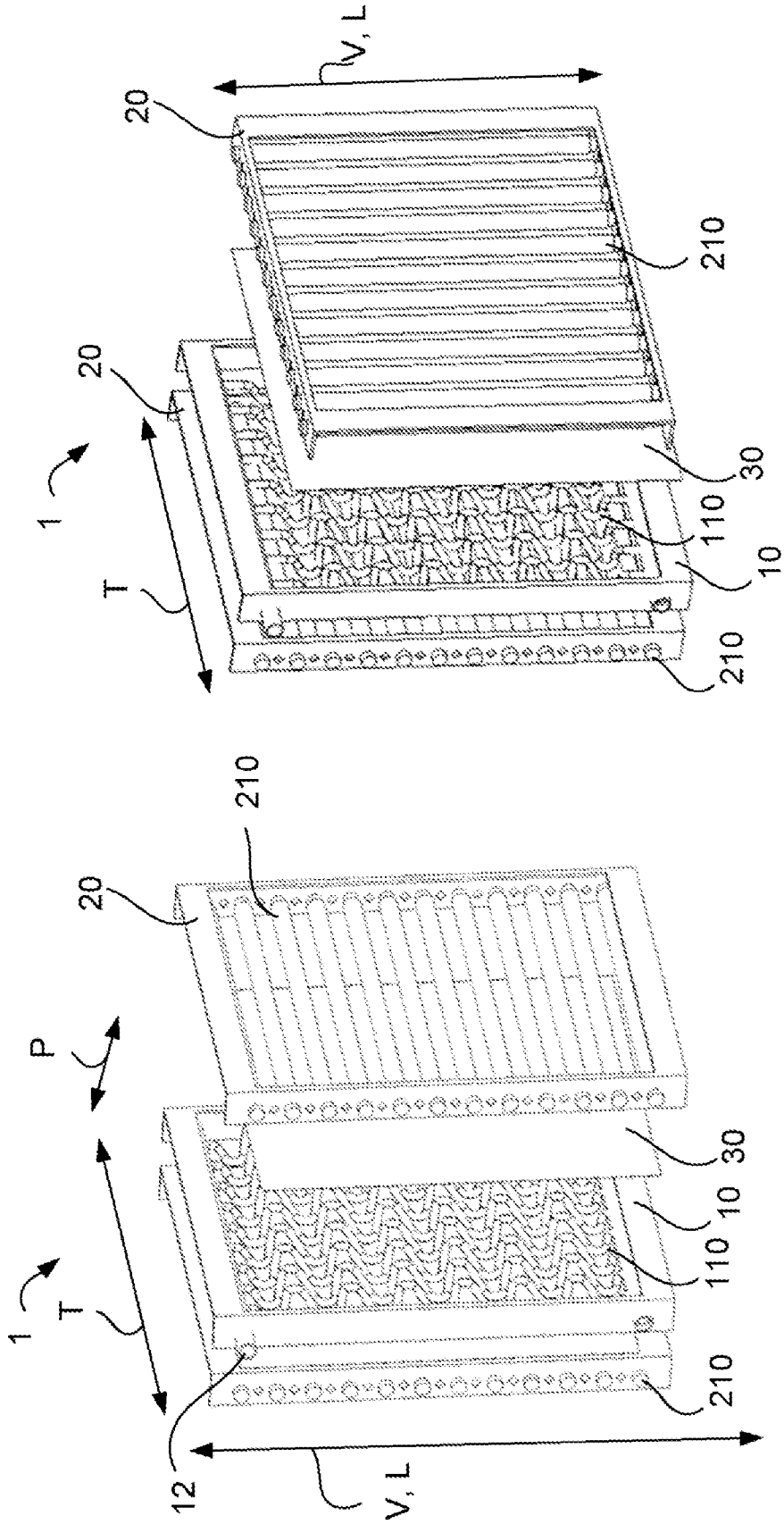


Fig. 2b

Fig. 2a

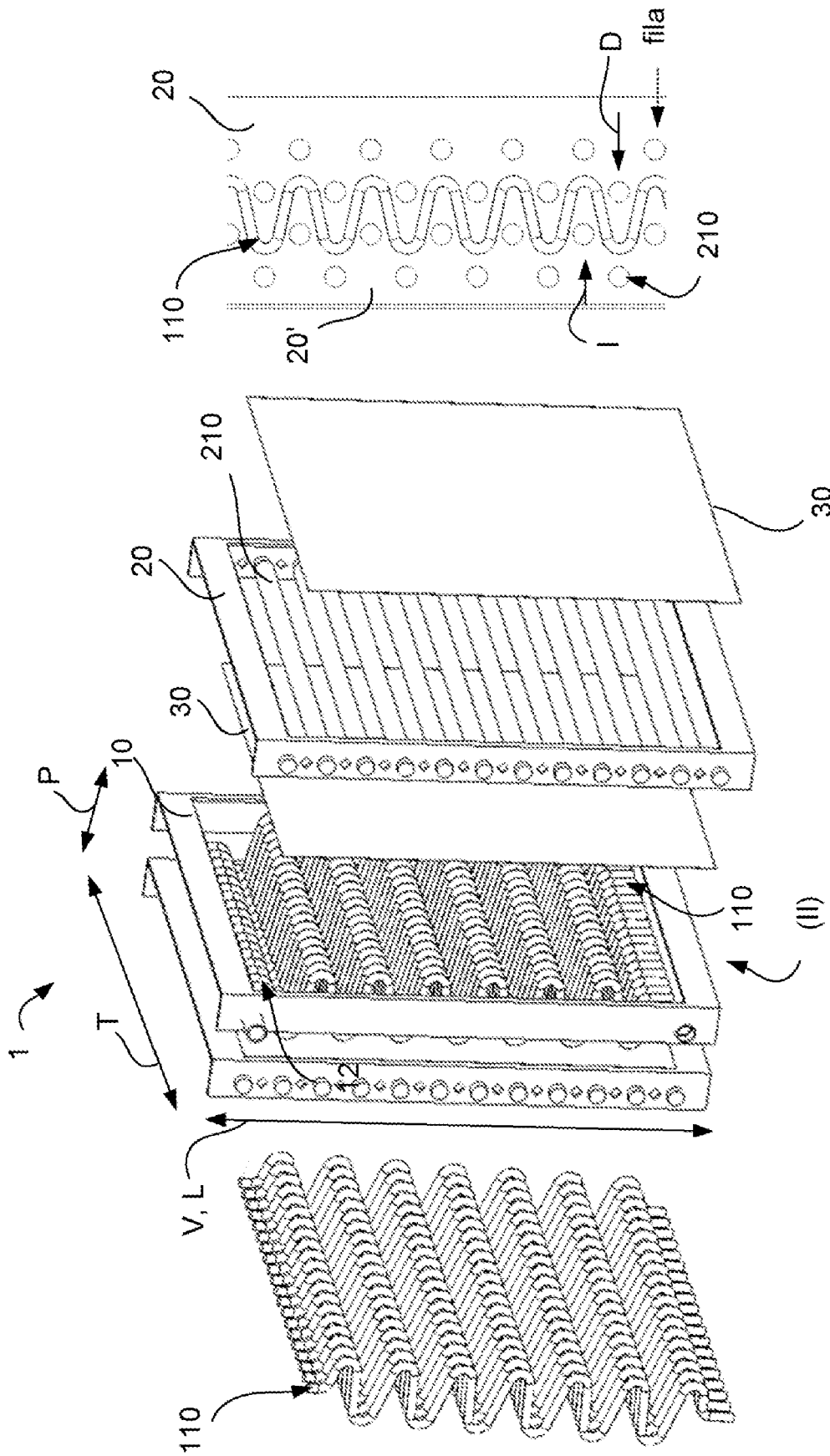


Fig. 3c

Fig. 3b

Fig. 3a

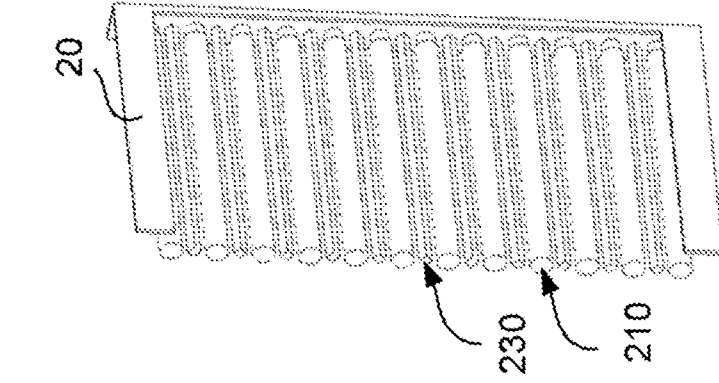


Fig. 4a

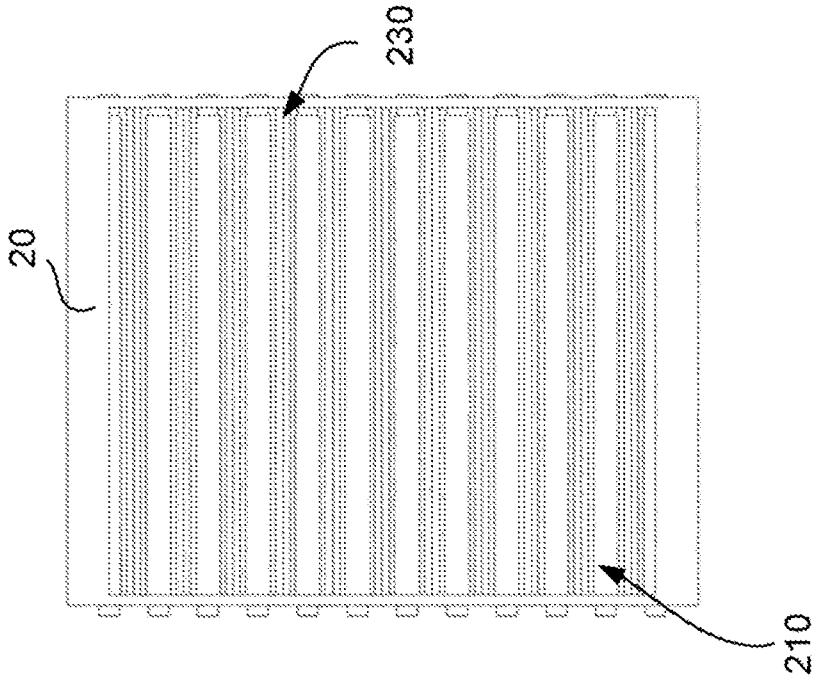


Fig. 4b

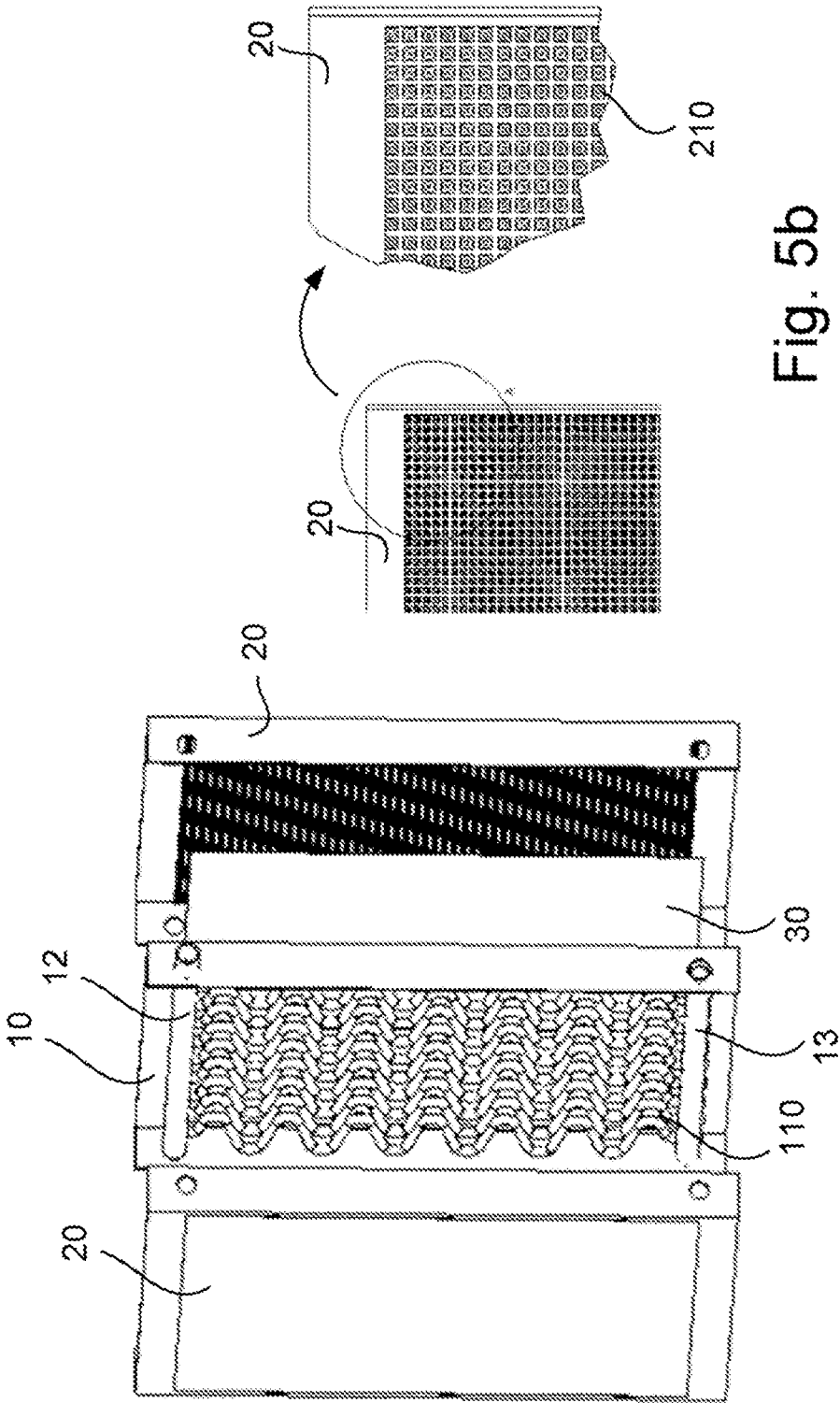


Fig. 5b

Fig. 5a

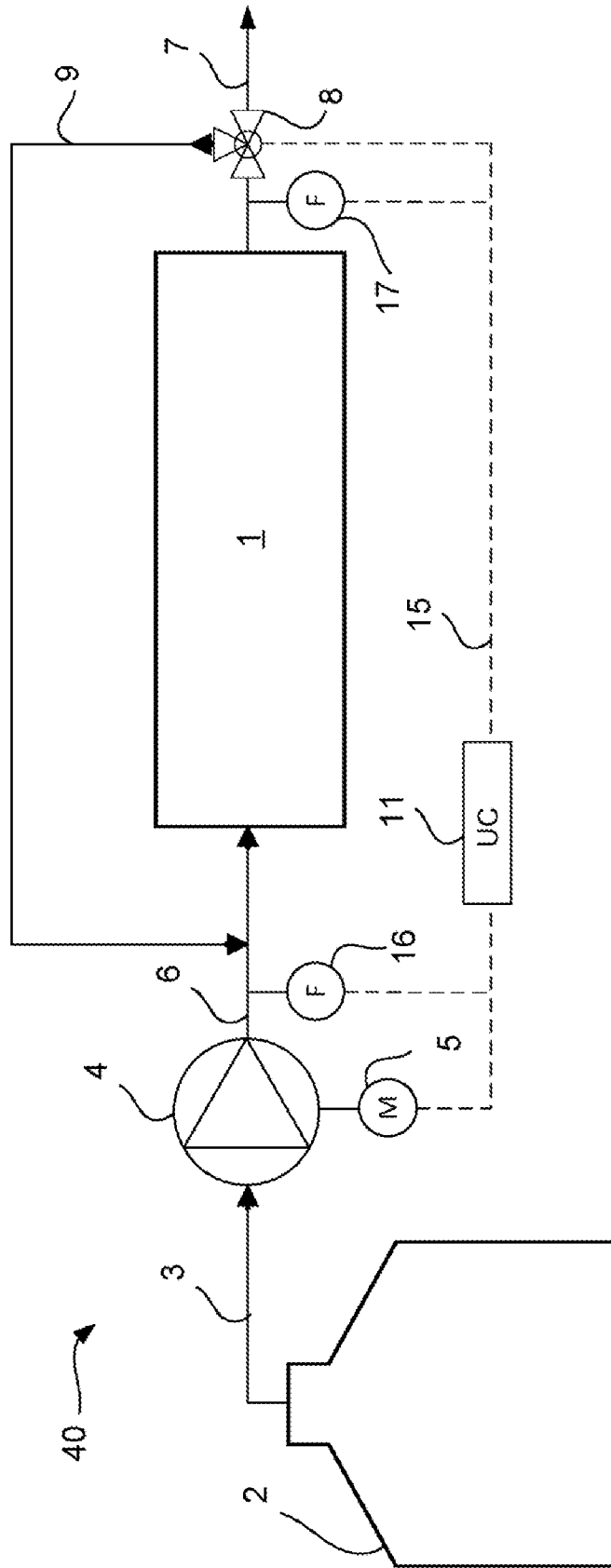


Fig. 6