

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 645 770**

51 Int. Cl.:

A23L 3/22 (2006.01)

B01F 5/06 (2006.01)

F25D 3/10 (2006.01)

F28C 3/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.07.2012 PCT/EP2012/063770**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.02.2013 WO13020775**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2012 E 12738081 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.08.2017 EP 2741622**

54 Título: **Dispositivos de enfriamiento mediante inyección de líquidos criogénicos y procedimientos para la utilización de los mismos**

30 Prioridad:

11.08.2011 US 201161522545 P

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

07.12.2017

73 Titular/es:

**NESTEC S.A. (100.0%)
Avenue Nestlé 55
1800 Vevey, CH**

72 Inventor/es:

SANDU, CONSTANTINE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 645 770 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

Dispositivos de enfriamiento mediante inyección de líquidos criogénicos y procedimientos para la utilización de los mismos.

5

ANTECEDENTES Y TRASFONDO DE LA INVENCION

La presente invención, se refiere, de una forma general, a tecnologías para la industria alimenticia. De una forma más específica, la presente invención, se refiere a dispositivos de refrigeración mediante inyección directa de criógenos, los cuales comprenden un serpentín helicoidal de doble espiral (tal como, por ejemplo, en forma de s), una válvula de presión de retroceso, y una bobina helicoidal (tal como, por ejemplo, de forma circular), en donde, los dispositivos en cuestión, permiten una máxima extracción del calor, de un producto alimenticio calentado, mediante la utilización de un líquido criogénico, directamente inyectado, seguido de una separación completa de la fase criogénica gaseosa, a partir del producto alimenticio enfriado, al mismo tiempo que se evita la formación de una espuma estable.

15

Un ejemplo del dispositivo de refrigeración de inyección directa de criógenos, es el sistema de inyección de nitrógeno consistente en el "Nitrogen Injection System", fabricado por parte de la firma Pick Heaters, Inc. de West Bend, WI. El sistema de inyección de nitrógeno en cuestión, consistente en el "Nitrogen Injection System ("NIS" – [de sus siglas en idioma inglés] -), se trata, de una forma esencial, de una modificación del sistema tradicional de inyección directa de vapor ("DSI" – [de sus siglas en idioma inglés, correspondientes a Direct Steam Injection] -), sistema éste último, el cual se utiliza, de una muy generalizada, por parte de la totalidad de la industria de procesado de productos alimenticios. En concordancia con el diseño del sistema DSI, un inyector de vapor, de orificios múltiples, (el cual consta de centenares de orificios pequeños), conjuntamente con un mezclador de palas, a modo de hélice, asegura el mezclado íntimo del vapor y del producto, dando como resultado una transferencia de calor del 100 %. A efectos de comparación, el NIS (sistema de inyección de nitrógeno) diseñado por parte de la firma Pick Heaters, Inc, utiliza el mismo diseño mecánico que el que se describe para el sistema DSI (sistema de inyección directa de vapor), en donde, ahora se suministra una corriente de nitrógeno líquido, al inyector provisto de múltiples orificios, en lugar de vapor.

20

25

30

Otro ejemplo del dispositivo de inyección directa criógenos, es el que se da a conocer en la Solicitud de Patente Europea EP 1 734 320, concedida a Rosenbaum et al. ("Rosenbaum"). Rosenbaum, se refiere a un procedimiento inherente a un proceso continuo para el enfriamiento rápido de un material fluible, procediendo a mezclar el material en cuestión, con un líquido criogénico (criógeno líquido), mientras que, el material y el criógeno, fluyen a través de un mezclador mecánico continuo, en línea. La descarga del mezclador mecánico continuo, en línea, puede fluir hacia el interior de un destinatario receptor del producto, para separar y evacuar el criógeno gaseoso, del producto enfriado. El mezclador mecánico, continuo, en línea, puede operar a unas velocidades de rotación correspondientes a unos valores comprendidos dentro de unos márgenes, los cuales van desde las 400 r. p. m. hasta las 2.000 r. p. m. (r. p. m. = revoluciones por minuto).

35

40

El documento de patente estadounidense U S 6 331 072 B1, da a conocer un serpentín helicoidal de doble espiral, para su uso como un intercambiador de calor, con un efecto de mezclado por convención caótica.

Existe una necesidad, en cuanto al hecho de poder disponer de un dispositivo de refrigeración o enfriamiento mediante inyección directa de criógenos, el cual sea eficiente en cuanto a lo referente al consumo de energía, y el cual sea capaz de maximizar la extracción de calor de un producto alimenticio calentado, mediante la utilización de un líquido criogénico (criógeno líquido), inyectado de una forma directa, y para proporcionar una separación completa de la fase criogénica gaseosa, del producto alimenticio refrigerado o enfriado, mientras que, de una forma simultánea, se evita la formación de una espuma estable.

45

50

RESUMEN DE LA INVENCION

En una forma general de presentación, la presente invención, proporciona un dispositivo de intercambio de calor, el cual tiene serpentín helicoidal de doble espiral, un serpentín helicoidal (de espiral individual) y una tubería intermedia. El serpentín helicoidal (de espiral individual), se encuentra en comunicación fluida con el serpentín helicoidal de doble espiral, y éste se encuentra ubicado corriente abajo del serpentín helicoidal de doble espiral en cuestión. La tubería intermedia, se encuentra en comunicación fluida con el serpentín helicoidal de doble espiral y el serpentín helicoidal (de espiral individual), y ésta se encuentra localizada entre éstas y, la tubería intermedia en cuestión, incluye una válvula de presión de retroceso, incorporada en ésta.

60

En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el dispositivo intercambiador de calor, incluye, de una forma adicional, una primera válvula de entrada y una segunda válvula de entrada, en una porción de entrada del serpentín helicoidal de doble espiral.

En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la primera válvula de entrada, se encuentra configurada para recibir una primera composición, y una segunda válvula de entrada, se encuentra

65

configurada para recibir una segunda composición. La primera composición, puede ser un producto susceptible de poderse bombear, calentado, y la segunda composición, puede ser un líquido criogénico (criógeno líquido).

5 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el serpentín helicoidal (de espiral individual), se encuentra configurado para dispensar un producto alimenticio susceptible de poderse bombear, refrigerado o enfriado, y una fase criogénica, gaseosa.

10 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el serpentín helicoidal de doble espiral, comprende una sección del dispositivo, de enfriamiento o refrigeración y mezclado de fases y, el serpentín (de espiral individual), comprende una sección del dispositivo de separación y de enfriamiento o refrigeración de fases.

15 En otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, se proporciona un procedimiento de inyección de un líquido criogénico de enfriamiento o refrigeración. El procedimiento en cuestión, incluye el proceder a inyectar un producto calentado y un líquido criogénico, en un serpentín helicoidal de doble espiral, para formar una mezcla de dos fases, provocando el hecho consistente en que, la mezcla de las dos fases, atravesase el serpentín helicoidal de doble espiral en cuestión, y una válvula de presión de retroceso, la cual se encuentra ubicada aguas abajo del serpentín helicoidal de doble espiral, provocando el hecho consistente en que, la mezcla de dos fases, atravesase una tubería helicoidal (serpentín helicoidal) (de espiral individual), la cual se encuentra ubicada aguas abajo de la válvula de presión de retroceso, en donde, la mezcla de dos fases, se separa, en el interior de la tubería helicoidal (serpentín helicoidal) (de espiral individual), para su conversión en un producto enfriado o refrigerado y una fase criogénica gaseosa, y dispensar el producto enfriado o refrigerado, y la fase criogénica gaseosa, de la tubería helicoidal (serpentín helicoidal) (de espiral individual).

25 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el serpentín helicoidal de doble espiral, comprende una sección del dispositivo, de enfriamiento o refrigeración de la mezcla de fases. El serpentín helicoidal de doble espiral, puede encontrarse configurado para forzar al producto calentado, y al líquido criogénico, a que éstos, se mezclen, para formar una mezcla de dos fases, y para intercambiar una cantidad máxima del calor, entre las dos fases.

30 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el serpentín helicoidal (de espiral individual), comprende una sección del dispositivo, de enfriamiento o refrigeración de separación de fases. El serpentín helicoidal (de espiral individual) en cuestión, puede encontrarse configurado para inducir un flujo de dos fases, entre el producto enfriado o refrigerado, y una fase criogénica gaseosa, en donde, el producto refrigerado o enfriado, fluye en la porción exterior del interior del serpentín helicoidal (de espiral individual), y en donde, la fase criogénica gaseosa, fluye en la porción interior del tubo del serpentín helicoidal (de espiral individual).

40 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el producto calentado, y el líquido criogénico, se inyectan al interior de la tubería helicoidal (serpentín helicoidal) de doble espiral, a través de la primera y segunda válvulas de entrada, respectivamente.

En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la válvula presión de retroceso, se encuentra configurada para incrementar el tiempo de permanencia de la mezcla de dos fases, en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral.

45 En todavía otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, se proporciona un dispositivo híbrido intercambiador de calor, directo – indirecto. El dispositivo en cuestión, incluye un serpentín helicoidal de doble espiral, el cual se encuentra alojado en el interior de una cámara estanca a fluidos, un serpentín helicoidal (de espiral individual), y una tubería intermedia. El serpentín helicoidal de doble espiral, se encuentra configurado para recibir por lo menos una composición en su interior. El serpentín helicoidal (de espiral individual), se encuentra en comunicación fluida con el serpentín helicoidal de doble espiral, y éste se encuentra localizado aguas abajo del serpentín helicoidal de doble espiral en cuestión. La tubería intermedia, se encuentra en comunicación fluida con el serpentín helicoidal de doble espiral, y el serpentín helicoidal (de espiral individual), y ésta se encuentra ubicada entre éstas, teniendo, la tubería intermedia en cuestión, una válvula de presión de retroceso, ubicada en ésta.

55 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la cámara estanca a fluidos, comprende una entrada, la cual se encuentra configurada para recibir un medio de enfriamiento o refrigeración, y una salida, la cual se encuentra configurada para dispensar el medio de enfriamiento o refrigeración.

60 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la tubería helicoidal (serpentín helicoidal), se encuentra alojada en el interior de una segunda cámara estanca a fluidos, la cual tiene una entrada configurada para recibir un medio de enfriamiento o refrigeración, para dispensar el medio de enfriamiento o refrigeración.

65 En todavía otra forma de presentación, en concordancia con la presente invención, se proporciona un dispositivo intercambiador de calor, híbrido, directo - indirecto. El dispositivo en cuestión, incluye una tubería interior del serpentín helicoidal de doble espiral, la cual se encuentra alojada en el interior de la tubería exterior del serpentín helicoidal de doble espiral, encontrándose configurada, la tubería interior del serpentín helicoidal de doble espiral,

5 para recibir por lo menos una composición en su interior, un serpentín helicoidal (de espiral individual), el cual se encuentra en comunicación fluida con las tuberías interior y exterior del serpentín helicoidal de doble espiral, y el cual se encuentra localizado aguas abajo con respecto a dichas tuberías interior y exterior del serpentín de doble tubo en cuestión, y una tubería intermedia, la cual se encuentra localizada entre el serpentín helicoidal de doble espiral y el serpentín (de espiral individual), y la cual se encuentra en comunicación fluida, con las citadas tuberías interior y exterior del serpentín helicoidal de doble espiral y el serpentín helicoidal (de espiral individual), teniendo, la tubería intermedia, una válvula de presión de retroceso, instalada en ésta.

10 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la tubería exterior del serpentín helicoidal de doble espiral, incluye una entrada, la cual se encuentra configurada para recibir el medio de enfriamiento o refrigeración, y una salida, la cual se encuentra configurada para dispensar el medio de enfriamiento o refrigeración.

15 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, el tubo del serpentín helicoidal, se encuentra ubicado en el interior de una tubería exterior del serpentín helicoidal en cuestión, y éste se encuentra configurado para recibir un medio de enfriamiento o refrigeración, y una salida, la cual se encuentra configurada para dispensar el medio de enfriamiento o refrigeración.

20 En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, los dispositivos de la presente invención, pueden utilizarse como dispositivos de enfriamiento o refrigeración, como dispositivos de calentamiento, o como una combinación de entre éstos.

Una ventaja de la presente invención, es la de proporcionar dispositivos de enfriamiento o refrigeración mejorados.

25 Otra ventaja de la presente invención, es la de proporcionar intercambiadores de calor mejorados.

Todavía otra ventaja de la presente invención, es la de proporcionar dispositivos mejorados para la producción de productos alimenticios.

30 Aún todavía otra ventaja de la presente invención, es la de proporcionar procedimientos mejorados para la elaboración de productos alimenticios.

Otra ventaja de la presente invención, es la de proporcionar procedimientos mejorados para refrigerar o enfriar productos alimenticios.

35 Todavía otra ventaja de la presente invención, es la de proporcionar dispositivos híbridos de enfriamiento o refrigeración, por inyección directa – indirecta.

40 Rasgos distintivos y características así como ventajas adicionales de la presente invención, se encuentran descritos aquí, es este documento de solicitud de patente, y éstos se evidenciarán a raíz de la Descripción Detallada de las Figuras.

DESCRIPCIÓN RESUMIDA DE LAS FIGURAS

45 La figura 1, ilustra una vista lateral de un intercambiador de calor correspondiente al arte anterior de la técnica especializada.

La figura 2, ilustra un cambio en el perfil de la velocidad (tal como, por ejemplo, un flujo laminar), procedente de una tubería recta, hacia el interior del serpentín helicoidal de la presente invención.

50 La figura 3 A, ilustra la formación de células de ondas circulares de Dean (Dean Roll-Cells), (tal como por ejemplo, un flujo laminar), en una sección transversal interior de la salida del tubo del serpentín helicoidal, en concordancia con el arte anterior de la técnica especializada.

55 La figura 3 B, ilustra la formación de células de ondas circulares de Dean (Dean Roll-Cells), (tal como por ejemplo, un flujo laminar), en una sección transversal del exterior de la salida del tubo del serpentín helicoidal, en concordancia con el arte anterior de la técnica especializada.

60 La figura 4, ilustra un cambio del perfil de la velocidad (tal como, por ejemplo, un flujo laminar), en un serpentín helicoidal de doble espiral, en concordancia con el arte anterior de la técnica especializada.

La figura 5, ilustra la geometría de un serpentín helicoidal de doble espiral invertida, en concordancia con el arte anterior de la técnica especializada.

65 La figura 6, ilustra una vista en perspectiva de la geometría de un intercambiador de calor de serpentín helicoidal de doble espiral, en concordancia con el arte anterior de la técnica especializada.

La figura 7, ilustra una vista lateral del dispositivo de enfriamiento o refrigeración de inyección directa de criógeno, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención.

5 La figura 8, ilustra una vista superior lateral del dispositivo de enfriamiento o refrigeración de inyección directa de criógeno, de la figura 7, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención.

La figura 9, ilustra una vista en perspectiva de un serpentín helicoidal de doble espiral, en un intercambiador de calor, híbrido, de inyección directa – indirecta de criógeno, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención.

10 La figura 10, ilustra una vista en perspectiva de un serpentín helicoidal de doble espiral, en un intercambiador de calor, híbrido, de inyección directa – indirecta de criógeno, en concordancia con una forma de presentación de la presente invención.

15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

Los intercambiadores de calor, se han venido utilizando, de una forma generalizada, en la industria alimenticia, desde hace algún tiempo. Así, por ejemplo, la figura 1, ilustra una construcción de un intercambiador de calor, provisto de una armazón o carcasa y un tubo (helicoidal), la cual es conocida. Tal y como se ilustra en la figura 1 en cuestión, el medio de calor, puede entrar en el armazón o carcasa, 12, a través de la entrada de fluido de la carcasa, 14, en atravesar el exterior de los tubos 16 (tal como, por ejemplo, los consistentes en tubos helicoidales), y el interior del armazón o carcasa 12, y salir del armazón o carcasa 12, en la salida de fluido de la carcasa o armazón, 18. De una forma similar, el producto alimenticio esterilizado, puede entrar en los tubos 16, a través de la entrada de fluido de los tubos, atravesar el interior de los tubos, 16, y salir de los tubos 16, en una salida de fluido de los tubos, 22. En la forma de presentación la cual se ilustra en la figura, el medio de enfriamiento y el producto alimenticio, fluyen en direcciones opuestas, para lograr una extracción de calor máxima, del producto alimenticio calentado. El flujo del medio de enfriamiento o refrigeración, puede también realizarse, no obstante, en la misma dirección.

En la gran mayoría de estudios llevados a cabo, de los intercambiadores de calor, el flujo, a través de las espirales del serpentín helicoidal, se encuentre enfocado a un flujo de fase individual, al flujo de dos o más fases líquidas, y / o al flujo de una fase líquida, la cual acarree una o más fases sólidas. Se conoce muy poco, en términos de flujo de dos fases, de una fase líquido criogénico (criógeno líquido) frío, la cual entre en contacto con una fase de producto líquido caliente, la cual, al ponerse en contacto con el producto caliente, experimente un cambio de fase, desde líquida, a gaseosa. Para entender la base de la hidrodinámica (tal como, por ejemplo, la correspondiente al flujo), del flujo de dos fases de una fase de líquido criogénico, la cual entra en contacto con una fase de producto líquido caliente, resulta de utilidad el hecho de entender los fundamentos de un flujo de líquido de fase individual, a través de las espirales (del serpentín helicoidal). La literatura básica la cual describe los modelos patrón de flujo de líquidos de fase individual, y las capas límites o fronterizas, en la espirales o curvaturas, incluye, por ejemplo, al trabajo de M. Rowe, "Measurement and Computations of Flow in Pipe Bends," Journal of Fluid Mechanics, - Mediciones y computaciones del flujo, en curvaturas de tuberías, Diario de mecánica de fluidos - 43 (4), 771 - 783 (1970).

Se asume, para los propósitos de discusión, y según se muestra en la figura 2, el hecho de que el flujo de un líquido, en una tubería recta, con un diámetro "d", seguido del flujo en el tubo helicoidal (del serpentín), cuyo diámetro de tubo, sea también "d", pero, cuyo diámetro de curvatura, sea "D". Y se asume, así mismo, también, a efectos de simplicidad, el hecho de que el flujo, en el interior de la tubería recta, aguas arriba del serpentín helicoidal, se encuentra en un régimen laminar en estado o situación estable. Bajo estas condiciones, se conoce bien, el hecho consistente en que, el perfil de la velocidad, es el de una parábola, con el valor máximo (" v_{max} "), localizada en la línea o eje central de la tubería recta. Necesariamente, cuando el flujo entra en el tubo helicoidal (del serpentín), la fuerza centrífuga, la cual actúa sobre el líquido, correspondiente a un valor $F_c = \rho v_{max}^2 / (D / 2)$, desplaza la localización de v_{max} , hacia fuera de la línea o eje central, hacia la pared exterior del tubo helicoidal, en donde, ρ , es la densidad del líquido ($kg\ m^{-3}$), v_{max} , es la velocidad del líquido ($m\ s^{-1}$), $(D / 2)$, es el radio de curvatura del tubo helicoidal (m), y F_c , es la fuerza centrífuga ($N\ m^{-3}$), es decir, la fuerza por unidad de volumen de líquido. Cuanta más alta son la densidad y la velocidad, respectivamente, y más pequeño es el radio de curvatura, mayor es la fuerza centrífuga por unidad de volumen de líquido.

Como resultado del desequilibrio del flujo (es decir, el perfil de la velocidad en un tubo helicoidal, se convierte en asimétrico, con respecto a la línea o eje central, se origina un flujo secundario, en los planos de la sección transversal, perpendicular a la línea o eje central del tubo helicoidal, tal y como se muestra en las figuras 3 A y 3 B. De nuevo, las figuras 3 A y 3 B, son vistas simplificadas de un modelo patrón de flujo secundario, generado en un serpentín helicoidal con un diámetro de tubo "d", y un diámetro de curvatura "D", cuando, la velocidad del líquido, es v_{max} . Tal y como se muestra en las figuras 3 A y 3 B, el flujo de entrada en la sección transversal (fig. 3 A) y el flujo de salida en la sección transversal (fig. 3 B), tienen unos modelos patrón de flujo, opuestos, indicando el hecho consistente en que acontece el mezclado en la tubería. Este flujo secundario, se conoce como Flujo de Dean (Dean Flow), y el flujo resultante de los modelos patrón de flujo, se conoce como células de ondas circulares de Dean (Dean Roll - Cells). La importancia práctica del Flujo de Dean, es la consistente en el hecho de que, las células de ondas circulares de Dean, contribuyen al mezclado radial del líquido. En otras palabras, los serpentines helicoidales,

pueden utilizarse y se están utilizando como mezcladores en línea, los cuales no necesitan ninguna otra cosa, más que un diseño en forma de un serpentín helicoidal. La magnitud del flujo secundario, en los serpentines helicoidales, se describe, normalmente, mediante el denominado Número de (Dean Number), $Dn = Re (d / D)$, una cantidad exenta de dimensiones; en donde, Re , es el Número de Reynolds (Reynolds Number), correspondiente a la tubería recta. Puede verse fácilmente el hecho consistente en que, en una tubería recta (a saber, con un diámetro de curvatura $D \rightarrow \infty$), el Número de Dean, es cero; es decir que, no tiene lugar ningún mezclado radial, en el flujo laminar.

Si el flujo de líquido, tiene lugar en un serpentín helicoidal de doble espiral, tal y como se representa en la figura 4, entonces, la localización de la velocidad máxima, v_{max} , se desplaza, de una forma alternativa, desde un lado de la línea o eje central, al otro lado. De una forma más precisa, si la v_{max} se encuentra localizada hacia la parte exterior de la primera espiral, entonces, la v_{max} , se desplaza, hacia la pared exterior de la segunda espiral, y así, sucesivamente. Deberá tomarse debida nota, en cuanto al hecho consistente en que, la pared exterior de la segunda espiral, consistía, previamente, en la pared interior de la primera espiral y, respectivamente, la pared interior de la segunda espiral, consistía, en la pared exterior de la primera espiral. El mecanismo el cual induce el mecanismo alternante de cambio o desplazamiento de la v_{max} alrededor de la línea o eje central del serpentín de doble espiral, mejora el mezclado en el interior del serpentín de doble espiral. Para los efectos prácticos, los serpentines de doble espiral, son mezcladores en línea, mejorantes del mezclado, y éstos pueden utilizarse como tales, debido a los efectos combinados de ambos, las células de ondas circulares de Dean (Dean Roll - Cells), y los efectos del cambio en la dirección del flujo, asociados con los serpentines de doble espiral.

Palazoglu y Sandeep, investigaron la distribución del tiempo de permanencia de las polidispersiones en serpentines de doble espiral, como encontrándose relacionada con el procesado aséptico de productos alimenticios en forma partículas. "Effect of Holding Tube Configuration on the Residence Time Distribution of Multiple Particles in Helical Tube Flow," – Efecto de la configuración del tubo de retención en la distribución del tiempo de permanencia de partículas múltiples, en el flujo de un tubo del serpentín helicoidal -, Journal of Food Process Engineering – (Diario de Ingeniería de procesado de productos alimenticios) -, 25, 337 – 350 (2002). Esta aplicación especial, involucraba el flujo de una fase líquida, la cual portaba una fase sólida polidispersada, en un serpentín de doble espiral, sin ninguna transferencia de calor. Originándose con los efectos del Flujo de Dean (Dean Flow effects) (es decir, los efectos inherentes del mezclado, los cuales se encuentran presentes en los serpentines helicoidales de doble espiral), el tiempo de residencia o permanencia de la polidispersión, era bastante uniforme.

Howell et al., han demostrado el hecho de que era posible el generar un fuerte mezclado radial, en el interior de un serpentín de microcanal helicoidal, bajo la influencia del Flujo de Dean (Dean Flow), el cual posibilitaba un mezclado efectivo de dos líquidos. "Design and Evaluation of a Dean Vortex-Based Micromixer,"- Diseño y evaluación de un micromezclador basado en un vórtice de Dean -, Lab Chip, 4, 663 – 669 (2004).

Kumar y Nigam, desarrollaron el concepto de serpentines helicoidales curvados, en donde, un primer serpentín helicoidal, viene seguido de un segundo serpentín helicoidal curvado, en un plano, a 90° , con referencia al plano del primer serpentín helicoidal. "Numerical Simulation of Steady Flow Fields in Coiled Flow Inverter," - Simulación numérica de campos de flujo estables en un inversor de flujo helicoidal -, International Journal of Heat and Mass Transfer, - (Diario Interaccional de transferencia de calor y de masa) -, 48, 4811 – 4828 (2005). De una forma simplificada, esa geometría, se ilustra en la figura 5, en donde, la geometría en cuestión, podría describirse como un serpentín de doble espiral invertida. Como transición, desde la primera espiral a la segunda espiral, las células de ondas circulares de Dean (Dean Roll - Cells), giran, en un ángulo de 90° , añadiendo, al mezclado, unos efectos los cuales se han discutido ya para el serpentín de doble espiral, en la ilustración facilitada para la figura 4. Kumar y Nigam, condujeron la simulación numérica, en un fase líquida individual, para ambos, los campos de flujo y los campos térmicos, en donde, el calentamiento, era debido a la presunción de una pared de temperatura constante. La geometría del serpentín de doble espiral invertida, fue estudiada, así mismo, también, por parte de Castelain y Legentilhomme, para los propósitos expresos de la distribución del tiempo de permanencia, o de sistemas caóticos. "Residence Time Distribution of Purely Viscous non-Newtonian Fluid in Helically Coiled or Spatially Chaotic Flows," – Distribución del tiempo de permanencia de fluidos viscosos no Newtonianos, puramente viscosos, en flujos helicoidalmente devanados o espacialmente caóticos -, Chemical Engineering Journal, - (Diario de ingeniería química) -, 120, 181 – 291 (2006).

Tal y como se ha demostrado, los serpentines helicoidales, se han venido utilizando en algunos tipos de intercambiadores de calor del tipo armazón y tubo, durante bastante tiempo. Estos tipos de intercambiadores de calor, se encuentran bien establecidos en las aplicaciones industriales, para la transferencia directa de calor. La transferencia de calor atribuida a los intercambiadores de calor del tipo serpentín helicoidal en un armazón, se origina con los efectos inducidos mediante el Flujo de Dean (Dean Flow) en el interior del serpentín helicoidal. De una forma adicional, la carcasa o armazón de estos intercambiadores de calor, puede reemplazarse por un serpentín helicoidal exterior, conduciendo a los denominados intercambiadores de calor de doble tubo. Estos intercambiadores de calor, son especialmente efectivos para la transferencia de calor, dado el flujo secundario (a saber el Flujo de Dean – [Dean Flow] -), desarrollado con ambos, el serpentín helicoidal interior, y espacio interior entre el serpentín helicoidal interior y el serpentín helicoidal exterior. La geometría de un intercambiador de calor helicoidal de doble tubo, se ilustra en la figura 6. Un estudio de la hidrodinámica de intercambiadores de calor de doble tubo, es la que

se ilustra en la figura 6. Un estudio de la hidrodinámica de intercambiadores de calor de doble tubo, puede verse en el trabajo realizado por parte de T. J. Rennie, "Numerical and Experimental Studies of a Double-Pipe Heat Exchanger," – Estudios experimentales de intercambiadores de calor de doble tubo -, Ph. D. Thesis, McGill University, Montreal, Canada (2004).

Como contraste al intercambiador indirecto de calor, una de las ventajas de la inyección de líquido criogénico (criógeno líquido), es la ausencia de una superficie de transferencia de calor, del tipo convencional. Esto es muy interesante, debido al hecho de que, en ausencia de una pared, la cual separe el producto caliente del agente de refrigeración o enfriamiento, se elimina una resistencia de la transferencia de calor, mayor (tal como, por ejemplo, la transferencia de calor mediante la conducción a través de la pared). De una forma adicional, la ausencia de una superficie de transferencia de calor, tiene como resultado la ausencia de suciedad (o de incrustaciones) de la pared sólida, la cual separa las dos corrientes de intercambio de calor. Los beneficios producidos mediante la ausencia de ensuciamiento o de incrustaciones, tal como, por ejemplo, una mejor eficiencia de la transferencia de calor, una limpieza más sencilla del intercambiador de calor, y una calidad mejorada del producto final. De una forma adicional, si la inyección directa de líquido criogénico se emplea de una forma eficiente, la transferencia de calor entre las dos fases (tal como, por ejemplo, siendo el producto alimenticio una fase, y siendo el líquido / gas criogénico la otra fase), sería altamente eficiente, y ésta se describiría, de la mejor forma, como una "transferencia de calor, volumétrica", en comparación con la transferencia de calor, indirecta, a través de una superficie de transferencia de calor.

Existen, no obstante, impedimentos técnicos asociados con la inyección directa de líquido criogénico para las aplicaciones de refrigeración o enfriamiento. Uno de estos impedimentos es, por ejemplo, la incompatibilidad del dióxido de carbono con el producto alimenticio, en sí mismo, en donde, el dióxido de carbono en cuestión, puede cambiar, de una forma medible, el valor pH del producto alimenticio, y afectar de una forma negativa las propiedades del producto alimenticio. Otros impedimentos, se refieren, por ejemplo, a los parámetros críticos del nitrógeno (aprox. 126 K, como la temperatura crítica, y aprox. 34 bar A, como la presión crítica), lo cual apela a hacer atención a las dificultades técnicas inherentes a la fabricación, al almacenaje y a la manipulación del nitrógeno líquido, para las aplicaciones prácticas. Y todavía otro impedimento es, por ejemplo, el hecho consistente en que, muchos productos alimenticios, son líquidos bastante viscosos, los cuales (mediante el enfriamiento o refrigeración por inyección directa de líquido criogénico), se convierten en relativamente más viscosos, con la tendencia a crear espumas estables, y de una forma respectiva, disminuyendo de una forma considerable la densidad del producto final. Al mismo tiempo que crear una espuma estable, podría ser preferible, para algunos productos alimenticios, y de una forma general, es deseable, el que éstos puedan expulsar la fase gaseosa, a partir del producto alimenticio, tras el enfriamiento o refrigeración.

De una forma adicional, dado el excepcionalmente reducido calor latente de la evaporación del nitrógeno líquido, por instante, éste no sería tan eficaz como se desea, en los procesos de enfriamiento o refrigeración. Comparativamente, si el calor latente de la evaporación de agua, es de aprox. 2257 kJ kg^{-1} , entonces, el calor latente de la evaporación, para el nitrógeno líquido, es de aprox. 199 kJ kg^{-1} (es decir, únicamente de un porcentaje del 8,80 % del valor para el agua). Con objeto de mejorar la eficiencia de la refrigeración o enfriamiento de la inyección directa de nitrógeno líquido, el intercambiador de calor, debería diseñarse para extraer no únicamente el calor latente de la evaporación, sino así mismo, también, el calor sensible del vapores de nitrógeno frío. Cuando se procede a añadir hasta el contenido total del calor, la cantidad de energía, la cual podría intercambiarse con el nitrógeno líquido, es de aprox. 360 kJ / kg (es decir, de hasta un porcentaje del 16,00 % del valor para el agua). En sí mismo, incluso este incremento en el contenido de calor, el cual puede intercambiarse con el nitrógeno líquido, es relativamente reducido, en comparación con el calor latente de la evaporación de agua. Como tal, para elaborar un líquido criogénico directo, el cual se más económico, para un uso industrial o a gran escala, los solicitantes, buscaron mejoraron el equipamiento y los procesos, para el enfriamiento o refrigeración mediante la inyección directa de un líquido criogénico.

La presente invención, se refiere a la mejora de diseño y de la eficacia del equipamiento utilizado para la refrigeración o enfriamiento de inyección directa de un líquido criogénico. En términos de diseño, y en base al comportamiento de las capas límite o fronterizas de los serpentines helicoidales. Los solicitantes, han desarrollado un dispositivo, el cual logra una extracción máxima del contenido de calor del producto alimenticio calentado, y la separación completa de la fase criogénica gaseosa, del producto enfriado o refrigerado, al mismo tiempo que se evita la formación de una espuma estable. Los dispositivos, de una forma general, incluyen un serpentín helicoidal de doble espiral (tal como, por ejemplo, en forma de s), en una sección de enfriamiento o refrigeración y mezclado de fases del proceso de enfriamiento o refrigeración, y un serpentín helicoidal (tal como, por ejemplo, de forma circular), en la sección de enfriamiento o refrigeración y de separación de las fases. El serpentín helicoidal de doble espiral. El serpentín helicoidal de doble espiral, y el serpentín helicoidal (de espiral individual), se encuentran separados mediante una sección intermedia, la cual tiene una válvula de presión de retroceso. En términos de eficacia del proceso, y tal como se ha mencionado anteriormente, arriba, en este documento de solicitud de patente, el dispositivo en cuestión, es capaz de lograr un extracción máxima del contenido de calor, de un producto alimenticio calentado (teniendo ésta lugar en el interior de las sección del serpentín helicoidal de doble espiral), y la separación completa de la fase criogénica gaseosa, del producto enfriado o refrigerado (teniendo ésta lugar en el

interior de la sección del serpentín helicoidal de doble espiral), al mismo tiempo que evitar la formación de una espuma estable.

5 En una forma de presentación, la presente invención, proporciona un dispositivo de inyección directa de criógeno, incluyendo dos válvulas de retención (de control), un serpentín helicoidal de doble espiral, una válvula de presión de retroceso, y un serpentín helicoidal (de espiral individual). La red de tuberías la cual conecta con estos elementos básicos, puede ser lineal o no lineal, en dependencia del diseño particular del dispositivo en cuestión. El serpentín helicoidal de doble espiral, se encuentra configurado para mezclar dos fases, la fase de producto, líquida, caliente, y la fase de criógeno, líquida, caliente. Bajo estas condiciones, el serpentín helicoidal de doble espiral, actúa como una sección de enfriamiento o refrigeración y mezclado de fases.

15 El serpentín helicoidal (de espiral individual), está previsto para separar las dos fases resultantes, una fase de producto, líquida, enfriada o refrigerada, y una fase criogénica gaseosa. De una forma correspondientemente en concordancia con lo anteriormente expuesto, el serpentín helicoidal (de espiral individual), tiene el rol interpretativo de actuar como una sección de enfriamiento o refrigeración y mezclado de fases. Puesto que, desde el principio hasta el final, ambos, el serpentín de helicoidal de doble espiral, y el serpentín helicoidal (de espiral individual), la fase líquida de producto y la fase criogénica, se encuentran en contacto directo, tiene lugar, de una forma continua, una transferencia de calor, entre las dos fases. En el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, el líquido criogénico (criógeno líquido), experimenta un cambio de fase, desde un gas líquido a un gas frío o refrigerado. En el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, la fase criogénica gaseosa refrigerada o enfriada, absorbe calor de la fase de producto, líquida y, de una forma correspondientemente en concordancia, ésta se calienta. De una forma esencial, tras el contacto directo con la fase de producto, líquida, caliente, en la sección de mezclado y de enfriamiento de las fases (es decir, el serpentín helicoidal de doble espiral), el flujo local a través del serpentín helicoidal, puede ser un flujo de tres fases, una fase líquida del producto, una fase criogénica, líquida, enfriada o refrigerada, y una fase criogénica, enfriada o refrigerada. En el momento en el cual, el producto y el criógeno, alcanzan la sección de separación y enfriamiento o refrigeración (es decir, el serpentín helicoidal - de espiral individual -), el flujo a través del serpentín helicoidal, se convierte en un flujo de dos fases, la fase de producto, líquida, y la fase criogénica, gaseosa, caliente.

20 La válvula de presión de retroceso, la cual se encuentra localizada después del serpentín helicoidal de doble espiral, y antes del serpentín helicoidal (de espiral individual), está diseñada para controlar la tasa de expansión de la fase criogénica gaseosa, en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, para controlar el tiempo de contacto entre la fase de producto, líquida, y la fase criogénica, en el interior de la sección de la fase de mezclado y de enfriamiento o refrigeración. El dispositivo de enfriamiento o refrigeración de inyección directa de criógeno, puede también incluir, así mismo, dos válvulas de control (de retención), las cuales se encuentren localizadas en la entrada del serpentín helicoidal de doble espiral. Una válvula de control (de retención), puede utilizarse para la admisión de la fase de producto, líquida, enfriada o refrigerada, y la otra válvula de control (de retención), puede utilizarse para para la admisión de la fase criogénica, líquida, enfriada o refrigerada. El rol interpretativo de las válvulas de control (válvulas de retención), es el consistente en prevenir o evitar el flujo de retorno o retroceso, desde la sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de las fases (a saber, el serpentín helicoidal de doble hélice), del dispositivo de enfriamiento o refrigeración, al interior de las redes de tuberías de suministro del producto líquido, caliente, y el nitrógeno líquido, frío.

25 En por lo menos dos formas adicionales de presentación de la presente invención, se proporcionan dos intercambiadores de calor, híbridos, de enfriamiento o refrigeración directa – indirecta, para los propósitos de llevar a cabo la operación de enfriamiento o refrigeración de una forma más económica, en términos de consumo de criógeno líquido (líquido criogénico). En lugar de proceder a la acomodación de la carga de enfriamiento o refrigeración, en su totalidad, mediante la inyección directa de criógeno líquido (líquido criogénico), puede tomarse una porción de la carga de enfriamiento o refrigeración, mediante el enfriamiento o refrigeración directa, a partir de un medio de enfriamiento o refrigeración, el cual fluya hacia afuera del serpentín helicoidal de doble espiral, tal y como se discutirá, de una forma adicional, posteriormente, a continuación, en este documento de solicitud de patente. Así, de este modo, la cantidad de criógeno líquido (líquido criogénico), puede reducirse, de una forma medible, mientras que, el flujo de dos fases, inducido mediante la inyección de criógeno líquido (líquido criogénico), en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, mejora el coeficiente de transferencia de calor, el cual se encuentra asociado con la transferencia de calor, indirecta.

30 En la primera de estas dos formas adicionales de presentación de la presente invención, el intercambiador de calor híbrido, de enfriamiento o refrigeración directa – indirecta, incluye un serpentín helicoidal de doble espiral, interior, el cual se encuentra ubicado en el interior de un serpentín helicoidal de doble espiral, exterior – a saber, una configuración la cual se denomina como configuración de un diseño de doble tubo -. El serpentín helicoidal de doble espiral, interior, se encuentra configurado para mezclar dos fases (a saber, la fase de producto, líquida, caliente, y la fase criogénica, enfriada o refrigerada). Bajo estas condiciones, el serpentín helicoidal de doble espiral, interior, actúa como una sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de fases. Sin embargo, no obstante, la cantidad de criógeno líquido (líquido criogénico) directamente inyectado, se encuentra ahora mesurablemente reducida, debido al hecho de que, ahora, la carga de enfriamiento o refrigeración en su totalidad, no necesita acomodarse de una forma entera, mediante la inyección directa de criógeno. En lugar de ello, el medio de enfriamiento o

refrigeración el cual circula a través del serpentín helicoidal de doble espiral, recogerá el resto de la carga de enfriamiento o refrigeración, mediante la transferencia indirecta de calor.

5 En la segunda de las dos formas adicionales de presentación de la presente invención, el intercambiador de calor híbrido de enfriamiento o refrigeración directa – indirecta, incluye un serpentín individual de doble espiral, el cual se encuentra alojado en un armazón o carcasa (tal como, por ejemplo, el consistente en una cámara estanca a los fluidos). El serpentín helicoidal de doble espiral, se encuentra configurado para mezclar dos fases (a saber, la fase de producto líquido, caliente, y la fase de líquido criogénico, refrigerada o enfiada). Bajo estas condiciones, el serpentín helicoidal de doble espiral, actúa como una sección de la fase de mezclado y de enfriamiento o refrigeración. Sin embargo, no obstante, la cantidad de criógeno líquido (líquido criogénico), directamente inyectado, se encuentra ahora mesurablemente reducido, debido al hecho de que, ahora, la carga de enfriamiento o refrigeración en su totalidad, no necesita acomodarse enteramente, mediante la inyección directa de criógeno. En lugar de ello, el medio de circulación el cual circula a través de la carcasa o armazón, recogerá el resto de la carga de enfriamiento o refrigeración, mediante la transferencia indirecta de calor.

15 Volviendo ahora a las figuras, y de una forma particular, a la figura 7, en ésta, se ilustra una forma de presentación del dispositivo de enfriamiento o refrigeración mediante la inyección directa de criógeno, de la presente invención. El dispositivo de enfriamiento o refrigeración mediante la inyección directa de criógeno, 30, puede ser cualquier tipo de dispositivo de enfriamiento o refrigeración, mediante inyección directa de criógeno, el cual sea eficiente en cuanto a lo referente a la energía, y el cual se capaz una extracción de calor maximizada, de un producto alimenticio calentado, y una separación completa de la fase criogénica gaseosa, del producto alimenticio enfiado o refrigerado, al mismo tiempo que evite la formación de una espuma estable. La eficacia energética incrementada, se origina mediante el mezclado mejorado entre las dos fases, el producto líquido caliente, y la fase criogénica líquida, fría o refrigerada, la cual se induce mediante el flujo secundario (a saber, el Flujo de Dean – [Dean Flow] -), asociado con espirales helicoidales, tal y como se ha explicado anteriormente, arriba, en este documento de solicitud de patente. Las personas expertas en el arte especializado de la técnica, apreciarán el hecho consistente en que pueden utilizarse cualesquiera líquidos criogénicos (criógenos líquidos), los cuales sean apropiados. En otras palabras, un líquido criogénico (criógeno líquido) de la presente invención, puede ser cualquier tipo de gas licuado, a muy baja temperatura, tal como, por ejemplo, el consistente en el oxígeno líquido, el nitrógeno líquido, el dióxido de carbono líquido, o el argón líquido.

20 Tal y como puede verse en la figura 7, y en una forma de presentación de la presente invención, se muestra un dispositivo, 30, para el dispositivo de enfriamiento o refrigeración de inyección de líquido criogénico (criógeno líquido). El dispositivo 30, incluye un sección de mezclado y de enfriamiento o refrigeración de las fases, 32, una válvula de presión de retroceso, 34, y una sección de separación y de enfriamiento o refrigeración de las fases, 36. Las corrientes de intercambio de calor (tal como, por ejemplo, el producto alimenticio calentado y el líquido criogénico – [criógeno líquido] -), se introducen en la base de un serpentín helicoidal de doble espiral, 38, a través de las correspondientes válvulas de control (de retención), 40, y éstas viajan a través de la válvula de presión de retroceso, 34, y un serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, antes de salir del dispositivo 30, como gas criogénico, y un producto alimenticio enfiado o refrigerado.

25 Una vez que las dos corrientes de intercambio de calor (tal como, por ejemplo, el producto alimenticio calentado, y el líquido criogénico – [criógeno líquido] -), se hayan introducido en las respectivas válvulas de entrada, 40, las dos corrientes de intercambio de calor, forman una mezcla de dos fases. En el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, 38, el cambio alternante del perfil de la velocidad, alrededor de la línea o eje central, el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, en cuestión, mejora los efectos combinados de ambos, el flujo de las células de ondas circulares de Dean (Dean Roll-Cells flow), y los efectos del cambio en la dirección del flujo, asociado con los serpentines helicoidales de doble espiral, tal y como se ha discutido anteriormente, arriba, en este documento de solicitud de patente, con respecto a las figuras 3 A, 3 B y 4. Las dos fases, la fase del producto, líquida y la fase criogénica, continúan estando en contacto y, así, por lo tanto, el intercambio de calor entre éstas, a través de la totalidad de ambos, el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, y el serpentín helicoidal (de espiral individual), 36. Sin embargo, no obstante, mientras están en el interior del serpentín helicoidal individual de doble espiral, 38, las capas limítrofes de las dos fases, se ven forzadas a cruzarse la una con la otra (mejorando así, de este modo, el mezclado). La configuración del serpentín helicoidal de doble espiral en cuestión, 38, forzará, a las dos fases, a intercambiar una cantidad máxima de calor, entre éstas.

30 A efectos de comparación, las capas limítrofes de la dos fases, en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, tienden a permanecer separadas, dado el flujo de dos corrientes, con diferentes densidades, en un campo centrífugo (mejorando así, de este modo, la separación. El campo centrífugo, se crea mediante el flujo existente en el interior del serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, a lo largo de la trayectoria curvada, con un diámetro constante de la curvatura. El resultado obtenido, debería ser, no únicamente una separación mejorada, sino así, mismo, también, el evitar la formación de una espuma estable. Combinados, un mezclado mejorado para la transferencia de calor (entre la fase de producto, líquida, caliente, y la fase criogénica, líquida, fría o refrigerada), en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, 38, y una separación mejorada (de la fase de producto, líquida, de la fase de gas criogénico), en el interior del serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, resalta la diferenciación entre los dispositivos de la presente invención, y los dispositivos conocidos a raíz del arte especializado de la técnica anterior.

Las figuras 7 y 8, ilustran un dispositivo de enfriamiento o refrigeración mediante la inyección directa de líquido criogénico, correspondiente a una escala de una planta piloto, 30, el cual está diseñado para un producto líquido entrante, a un caudal de entrada de aprox. $3,6 \text{ kg min}^{-1}$, una temperatura de entrada de $85 \text{ }^\circ\text{C}$., una temperatura de salida de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, y un calor específico de aprox. $3350 \text{ J Kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Si la energía la cual pudiera intercambiarse con el criógeno líquido (líquido criogénico), es la correspondiente a un valor de aprox. 360 kJ kg^{-1} , entonces, el correspondiente caudal de flujo de líquido criogénico (criógeno líquido), es de aprox. $2,8 \text{ kg min}^{-1}$. Bajo estas condiciones, los parámetros físicos propuestos para el serpentín helicoidal de doble espiral, 38 (a saber, la sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de fases, 32), pueden incluir un diámetro de la tubería ("d₁") de aprox. 1.870 pulgadas (correspondiente a dos pulgadas de diámetro exterior de la tubería), un diámetro de curvatura ("D₁") de aprox. 6 pulgadas, y un número de total de vueltas (tal como, por ejemplo, revoluciones) de 3,5, en donde, al diámetro de curvatura, D₁, se le hace referencia como línea o eje central, tal y como se muestra en la figura 8, la cual es una vista superior del dispositivo 30 de la figura 7. De una forma similar, los parámetros físicos propuestos del serpentín helicoidal de doble espiral, 42 (es decir, la sección de separación y enfriamiento o refrigeración de fases, 36), pueden incluir un diámetro de la tubería ("d₂") de aprox. 1.870 pulgadas (correspondiente a dos pulgadas de diámetro exterior de la tubería ("D₂") de aprox. 9 pulgadas, y un número de total de vueltas (tal como, por ejemplo, de revoluciones), de 3, en donde, al diámetro de curvatura, D₂, se le hace referencia como línea o eje central, tal y como se muestra en la figura 8.

Las personas expertas en el arte especializado de la técnica, apreciarán, no obstante, el hecho consistente en que, los dispositivos de la presente invención, no se limitan únicamente a las dimensiones de la presente forma de presentación, la cual se facilita a modo ejemplar, y que, los dispositivos en cuestión, puede tener cualesquiera dimensiones o números de vueltas, de los serpentines helicoidales, los cuales sean necesarios para conseguir los parámetros deseados del proceso. Así, por ejemplo, el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, puede tener un diámetro d₁, el cual sea el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde aprox. 0,5 pulgadas hasta las aprox. 5 pulgadas, o bien, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde aprox. 1 pulgada hasta las aprox. 4 pulgadas, o bien éste puede ser, también, el correspondiente a un valor de aprox. 2 pulgadas, o el correspondiente a un valor de aprox. 3 pulgadas. El serpentín helicoidal de doble espiral, 38, puede también tener un diámetro de curvatura, D₁, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 2 pulgadas hasta las aprox. 10, pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 3 pulgadas hasta las aprox. 9 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 4 pulgadas hasta las aprox. 8 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 5 pulgadas hasta las aprox. 7 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor de aprox. 6 pulgadas. El serpentín helicoidal de doble espiral, 38, puede también tener, así mismo, cualquier número de vueltas las cuales sean necesarias para alcanzar los parámetros deseados del proceso. Así, por ejemplo, el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, puede tener un número de vueltas, el cual vaya desde aprox. 1 vuelta hasta aprox. 2 vueltas, o bien, éste puede tener un número de vueltas, el cual vaya desde aprox. 2 vueltas hasta aprox. 4 vueltas, o bien, éste puede tener un número de vueltas, el cual vaya desde aprox. 3 vueltas hasta aprox. 3,5 vueltas,

Del mismo modo, el serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede tener cualesquiera dimensiones las cuales sean necesarias para cumplir con los parámetros deseados del proceso. Así, por ejemplo, el serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede tener un diámetro d₂, el cual sea el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde aprox. 0,5 pulgadas hasta las aprox. 5 pulgadas, o bien, el correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde aprox. 1 pulgada hasta las aprox. 4 pulgadas, o bien éste puede ser, también, el correspondiente a un valor de aprox. 2 pulgadas, o el correspondiente a un valor de aprox. 3 pulgadas. El serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede también tener un diámetro de curvatura, D₂, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 5 pulgadas hasta las aprox. 13 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 6 pulgadas hasta las aprox. 12 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 7 pulgadas hasta las aprox. 11 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor comprendido dentro de unos márgenes, los cuales vayan desde las aprox. 8 pulgadas hasta las aprox. 10 pulgadas, o bien, correspondiente a un valor de aprox. 9 pulgadas. El serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede también tener, así mismo, cualquier número de vueltas las cuales sean necesarias para alcanzar los parámetros deseados del proceso. Así, por ejemplo, el serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede tener un número de vueltas, el cual vaya desde aprox. 1 vuelta hasta aprox. 5 vueltas, o bien, éste puede tener un número de vueltas, el cual vaya desde aprox. 2 vueltas hasta aprox. 4 vueltas, o bien, éste puede tener aproximadamente 3 vueltas.

Con objeto de incrementar el tiempo de permanencia en contacto de las dos fases, las cuales fluyen en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, 38, se encuentra dispuesta una válvula de presión de retroceso, 34, con objeto de reducir la expansión de gas criogénico (criógeno gaseoso). Dados los parámetros críticos (tales como, por ejemplo, la temperatura y la presión) del nitrógeno, por ejemplo, es prácticamente inviable el hecho de considerar presiones de retroceso, las cuales puedan evitar el hecho de que se evapore el nitrógeno líquido, en el serpentín helicoidal de doble espiral, 38. En lugar de ello, se prevén presiones de retroceso correspondientes a un valor comprendido dentro de unos márgenes de 3 – 5 bar A, con objeto de reducir la expansión del gas criogénico

(criógeno gaseoso), al punto de un flujo continuo más uniforme de las dos capas limítrofes de las dos fases de mezclado. En una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, la válvula de presión de retroceso, 34, es una válvula de pinza, sanitaria, de 2 pulgadas, tal como las que se fabrican por parte de Elasto-Valve Rubber Product, Inc. Sudbury, Ontario, Canadá. De una forma correspondientemente en concordancia, el flujo, en el interior de la válvula de presión de retroceso, 34, se encuentra bastante exenta de cualquier tipo de obstrucción. En realidad, el cierre de la válvula de presión de retroceso, 34, puede ser mínimo, dado el hecho consistente en que, algo de la presión de retroceso, se genera mediante el flujo a través del dispositivo 30 en su totalidad, el cual se encuentra fabricado a base de los dos serpentines helicoidales, 38 (de doble espiral) y 42 (de espiral individual). Para determinados caudales de flujo del producto alimenticio caliente y del criógeno líquido (líquido criogénico), la eficacia de la refrigeración o enfriamiento mediante inyección directa de criógeno líquido (líquido criogénico), depende de los parámetros de diseño del serpentín helicoidal de doble espiral, 38, a saber, los diámetros consistentes en el diámetro de la tubería, d_1 , en el diámetro de la curvatura, D_1 , y en el número de vueltas (revoluciones), y el nivel de la presión de retroceso aplicado.

Tal y como se ha discutido de una forma resumida, anteriormente, arriba, en este documento de solicitud de patente, la válvula de presión de retroceso, 34, se encuentra localizada entre la sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de fases, 32, y la sección de separación y enfriamiento o refrigeración de fases, 36. Las secciones de tuberías, sobre las cuales se encuentra localizada la válvula de presión de retroceso, 34, y entre la válvula de presión de retroceso, 34, y el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, y la válvula de presión de retroceso, 34, y el serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, no son críticas, para la presente invención. Sin embargo, no obstante, en una forma de presentación, en concordancia con la presente invención, y según se muestra en la figura 7, el serpentín helicoidal de doble espiral, 38, puede encontrarse conectado a una tubería lineal, 44, mediante una tubería acodada, 46. La tubería lineal, 44, puede encontrarse conectada a la válvula de presión de retroceso, 34, la cual, a su vez, se encuentra conectada a una segunda tubería acodada, 46. El serpentín helicoidal (de espiral individual), 42, puede encontrarse conectado a una segunda tubería acodada, 46, mediante una segunda tubería lineal, 44. Las tuberías lineales, 44, y las tuberías acodadas, 46, pueden tener cualesquiera longitudes o diámetros, los cuales sean conocidos en el arte especializado de la técnica, y los cuales sean suficientes, como para permitir el hecho consistente en que, las dos fases, fluyan a su través.

Con respecto al presente dispositivo, 30, en donde se encuentra involucrado un flujo de dos fases, la combinación entre el serpentín helicoidal de doble espiral, 38 (en donde tiene lugar el mezclado y el enfriamiento o refrigeración de fases) y el serpentín helicoidal de doble espiral, 42 (en donde tiene lugar la separación y el enfriamiento o refrigeración de fases), demuestra ser una única y nueva combinación, la cual permite el avanzar en el enfriamiento o refrigeración de inyección directa de criógeno líquido (líquido criogénico) de productos susceptibles de poderse bombear, más allá de del arte de la técnica especializada actual. De una forma particular, el equipamiento resultante, posibilita un enfriamiento o refrigeración eficaz, mientras que, puede minimizarse la formación de espuma estable.

En dos formas adicionales de presentación, en concordancia con la presente invención, se proporcionan dos intercambiadores de calor, híbridos, de enfriamiento o refrigeración directa – indirecta, para los propósitos de llevar a cabo una operación de enfriamiento o refrigeración, los cuales son más económicos, en términos de consumo de criógeno líquido (líquido criogénico). En las formas de presentación híbridas, las cuales se dan a conocer, en este documento de solicitud de patente, en lugar de proceder a la acomodación de la carga de enfriamiento o refrigeración en su totalidad, mediante la inyección directa de líquido criogénico (criógeno líquido), puede procederse a tomar una porción de la carga de enfriamiento o refrigeración, mediante la refrigeración o enfriamiento directo, procedente de un medio enfriamiento o refrigeración, el cual fluye en el exterior del serpentín helicoidal de doble espiral. La ventaja de esta forma de presentación, en concordancia con la presente invención, es la consistente en que, la cantidad de criógeno líquido (líquido criogénico), puede reducirse, de una forma significativa, mientras que, el flujo de dos fases, inducido por la inyección de líquido criogénico (criógeno líquido), en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, mejora el coeficiente de transferencia de calor, el cual se encuentra asociado con la transferencia indirecta de calor.

En una primera forma de presentación, híbrida, en concordancia con la presente invención, y según se muestra en la figura 9, un intercambiador de calor, híbrido, de enfriamiento o refrigeración directa – indirecta, 50, incluye un serpentín helicoidal de doble espiral, interior, 52, el cual se encuentra ubicado en una carcasa o armazón, 54 (tal como, por ejemplo, el consistente en una cámara estanca a los fluidos). Un medio de enfriamiento o refrigeración, fluye a través de la carcasa o armazón 54, y sobre el serpentín helicoidal de doble espiral, 52, el cual se encuentra configurado para mezclar dos fases, la fase de producto, líquida, y la fase criogénica líquida, enfriada o refrigerada. Bajo estas condiciones, un serpentín helicoidal de doble espiral, 52, actúa como una sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de fases. Las ventajas de tal tipo de dispositivo, 50, son múltiples: en primer lugar, la cantidad de nitrógeno líquido, se encuentra significativamente reducida; y en segundo lugar, el flujo de dos fases, el cual se encuentra inducido por la inyección de nitrógeno líquido, en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral, 52, mejora el coeficiente de transferencia de calor, en su totalidad, asociado con la transferencia indirecta de calor.

El concepto de refrigeración o enfriamiento híbrido, directo – indirecto, el cual se ilustra en la figura 9, puede también aplicarse, así mismo, a un serpentín helicoidal (de espiral individual) (el cual no se encuentra ilustrado en la figura), de una forma adicional al serpentín helicoidal de doble espiral, 52, ó, bien, en lugar de éste último. Así, de este modo, puede encontrarse ubicado un serpentín helicoidal (de espiral individual), interior, en el interior de una carcasa o armazón, el cual tenga una geometría similar a la que se ilustra en la figura 9, en donde, un serpentín helicoidal (de esfera individual), reemplace al serpentín helicoidal de doble espiral, interior, 52. Como tal, uno cualquiera de entre el serpentín helicoidal (de espiral individual) o el serpentín helicoidal de doble espiral, 52, ó bien ambos tipos de serpentines, pueden encontrarse alojados en armazones o carcasas, en una configuración del tipo tubo en carcasa (o tubo en armazón). De la misma forma, la red de tuberías (la cual no se encuentra ilustrada en la figura), la cual hace la función de intermediaria entre el serpentín helicoidal (de serpentín individual), y el serpentín helicoidal de doble espiral, 52, puede también encontrarse ubicada en carcasas o armazones, en una configuración del tipo tubo en carcasa (o tubo en armazón).

En una segunda forma de presentación híbrida, en concordancia con la presente invención, la cual se muestra en la figura 10, se presenta un intercambiador de calor, híbrido, de refrigeración o enfriamiento directo – indirecto, 60, el cual incluye un serpentín interior de doble espiral, 62, el cual se encuentra ubicado en el interior de un serpentín exterior de doble espiral, 64, es decir, la que se denomina una configuración de diseño de doble tubo. Un medio de enfriamiento o refrigeración, fluye a través de canal anular el cual se encuentra formado entre el serpentín exterior helicoidal de doble espiral, 64, y el serpentín interior helicoidal (de espiral individual), 62. El serpentín interior helicoidal de doble espiral, 62, en cuestión, se encuentra configurado para mezclar dos fases, a saber, la fase de producto, líquida, caliente, y la fase criogénica, líquida, enfriada o refrigerada. Bajo estas condiciones, el serpentín interior helicoidal de doble espiral, 62, actúa como una sección de mezclado y enfriamiento o refrigeración de fases.

El concepto de refrigeración o enfriamiento híbrido, directo – indirecto, el cual se encuentra ilustrado en la figura 10, puede también aplicarse, así mismo, también, a un serpentín helicoidal (de espiral individual) (el cual no se encuentra ilustrado en la figura), o en su lugar, a un serpentín interior, helicoidal, de doble espiral, 62. Así, de este modo, y en una forma de presentación en concordancia con la presente invención, el serpentín interior, helicoidal, (de espiral individual), puede encontrarse alojado en el interior de un de un serpentín exterior, helicoidal, de doble espiral, similar a la geometría la cual se ilustra en la figura 6. Un medio de enfriamiento o refrigeración, fluye a través del canal anular formado entre el serpentín helicoidal exterior (de espiral individual), y el serpentín helicoidal interior.

Así, de este modo, se evidenciará, por parte de aquellas personas expertas en el arte de la técnica especializada, el hecho consistente en que, los dispositivos de la presente invención, pueden utilizarse para diversos propósitos diferentes. Así, por ejemplo, los dispositivos de la presente invención, pueden utilizarse para el enfriamiento o refrigeración directa de criógeno líquido (líquido criogénico), en donde, la fase de producto, líquida, caliente, entra en contacto con una fase de criógeno líquido (líquido criogénico), fría, y en donde, se genera un flujo de dos fases, distinto, y cuyas capas limítrofes, se ven forzadas a cruzarse entre ellas, la una con la otra, en concordancia con los cambios en la dirección del flujo, inducidos mediante el serpentín helicoidal de doble espiral, forzando, de una forma adicional, a las dos fases, a intercambiar la cantidad máxima de calor entre éstas.

Los dispositivos de la presente invención, pueden también utilizarse, así mismo, para la inyección directa de vapor, en donde, una fase de producto, líquida, enfriada, entra en contacto con la fase de vapor, caliente, y en donde, surge un flujo distinto de dos fases, y cuyas capas limítrofes se ven forzadas a cruzarse entre ellas, la una con la otra, en concordancia con los cambios en la dirección del flujo, inducidos mediante el serpentín helicoidal de doble espiral, forzando, de una forma adicional, a las dos fases, a intercambiar la cantidad máxima de calor entre éstas.

Los dispositivos de la presente invención, pueden utilizarse, de una forma adicional, para la transferencia indirecta de calor, para el calentamiento o el enfriamiento o refrigeración, en donde, un producto caliente / frío, fluye a través del serpentín de doble espiral, mientras que, el medio de calentamiento / enfriamiento o refrigeración, fluye hacia fuera del serpentín helicoidal de doble espiral, bien ya sea a través de un serpentín helicoidal de doble espiral, o bien ya sea a través de un armazón o carcasa, la cual envuelve al serpentín helicoidal interior de doble espiral, en cuestión.

Debe entenderse el hecho de que son posibles diversos cambios y modificaciones de las presentes formas preferidas de presentación, las cuales se han descrito aquí, en este documento de solicitud de patente, y las cuales resultarán evidentes, para aquellas personas expertas en el arte de la técnica especializada. Tales tipo de cambios y modificaciones, pueden realizarse sin apartarse del espíritu y el ámbito del objeto de la presente invención, y sin disminuir las ventajas que se pretenden mediante ésta. Se pretende así, por lo tanto, el hecho consistente en que, tales tipos de cambios y de modificaciones, estén cubiertos mediante las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un intercambiador de calor (30), el cual comprende:
- 5 un serpentín helicoidal de doble espiral (32), el cual se encuentra configurado para recibir por lo menos una composición en su interior;
- un serpentín helicoidal (36), el cual se encuentra en comunicación fluida con el serpentín helicoidal de doble espiral (32), y el cual se encuentra localizado aguas debajo de éste último; y
- 10 una tubería intermedia (44), la cual se encuentra en comunicación fluida con el serpentín de doble espiral (32) y un serpentín helicoidal (36), y la cual se encuentra localizada entre éstas, teniendo, la tubería intermedia (44) en cuestión, una válvula de presión de retroceso (34), montada en ésta.
- 2.- El intercambiador de calor de la reivindicación 1, el cual comprende, de una forma adicional, una primera y una segunda válvulas de entrada (40), en una porción de entrada del serpentín helicoidal de doble espiral (32).
- 15 3.- El intercambiador de calor de la reivindicación 2, en donde, la primera válvula de entrada (40), se encuentra configurada para recibir una primera composición, y en donde, la segunda válvula de seguridad (40), se encuentra configurada para recibir una segunda composición.
- 20 4.- El intercambiador de calor de la reivindicación 3, en donde, la primera composición, se trata de un producto alimenticio susceptible de poderse bombear, y en donde, la segunda composición, se trata de un líquido criogénico.
- 5.- El intercambiador de calor de las reivindicaciones 1 – 4, en donde, el serpentín helicoidal (36), se encuentra configurado para que salga un producto alimenticio susceptible de poderse bombear, enfriado, y una fase gaseosa criogénica.
- 25 6.- El intercambiador de calor de las reivindicaciones 1 – 5, en donde, el serpentín helicoidal de doble espiral (32), comprende una sección del dispositivo, de mezclado y enfriamiento de fases.
- 30 7.- El intercambiador de calor de las reivindicaciones 1 – 6, en donde, el serpentín helicoidal (36), comprende una sección del dispositivo, de mezclado y enfriamiento de fases.
- 8.- Un procedimiento para el enfriamiento mediante la inyección directa de líquido criogénico, comprendiendo, el procedimiento:
- 35 inyectar un producto calentado y un líquido criogénico, al interior de un serpentín helicoidal de doble espiral (32), para formar una mezcla de dos fases en su interior;
- provocando el hecho consistente en que, la mezcla de las dos fases, atraviese el serpentín helicoidal de doble espiral en cuestión, y una válvula de presión de retroceso (34), la cual se encuentra ubicada aguas abajo del serpentín helicoidal de doble espiral, en una válvula intermedia (44),
- 40 provocando el hecho consistente en que, la mezcla de dos fases, atraviese un serpentín helicoidal (36), el cual se encuentra ubicado aguas abajo de la válvula de presión de retroceso (34), en donde, la mezcla de dos fases, se separa, en el interior del serpentín helicoidal (36), para su conversión en un producto enfriado y una fase criogénica gaseosa, y
- 45 dispensar el producto enfriado y la fase criogénica gaseosa, del serpentín helicoidal.
- 9.- El procedimiento de la reivindicación 8, en donde, el serpentín helicoidal de doble espiral (32), se encuentra configurado para forzar al producto calentado y al líquido criogénico, a mezclarse, para formar una mezcla de dos fases, y para intercambiar una cantidad máxima de calor, entre las dos fases.
- 50 10.- El procedimiento de la reivindicación 8 ó 9, en donde, el serpentín helicoidal (36), se encuentra configurado para inducir un flujo de dos fases, entre el producto enfriado y la fase criogénica gaseosa, en donde, el producto enfriado en cuestión, fluye, en una porción exterior del interior del serpentín helicoidal interior, y en donde, la fase criogénica gaseosa, fluye, en la porción interior del serpentín helicoidal.
- 55 11.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 8 – 10, en donde, el producto calentado, y el líquido criogénico, se inyectan al interior del serpentín helicoidal de doble espiral (32), a través de la primera y segunda válvulas de entrada (40), respectivamente.
- 60 12.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 8 – 11, en donde, la válvula presión de retroceso (34), se encuentra configurada para incrementar el tiempo de permanencia de la mezcla de dos fases, en el interior del serpentín helicoidal de doble espiral (32).
- 65 13.- El intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 – 7, en donde, el serpentín helicoidal (32), se encuentra alojado en el interior de una cámara estanca a fluidos (54).

- 14.- El intercambiador de calor de la reivindicación 13, en donde, la cámara estanca a fluidos (54), comprende una entrada, la cual se encuentra configurada para recibir el medio de enfriamiento, y una salida, la cual se encuentra configurada para dispensar el medio de enfriamiento.
- 5 15.- El dispositivo intercambiador de calor indirecto, de la reivindicación 13 ó 14, en donde, el serpentín helicoidal (36), se encuentra alojado en el interior de una segunda cámara estanca a los fluidos, la cual comprende una entrada, la cual se encuentra configurada para recibir el medio de enfriamiento, y una salida, la cual se encuentra configurada para dispensar el medio de enfriamiento en cuestión.

FIG. 1

(ARTE ANTERIOR DE LA TÉCNICA)

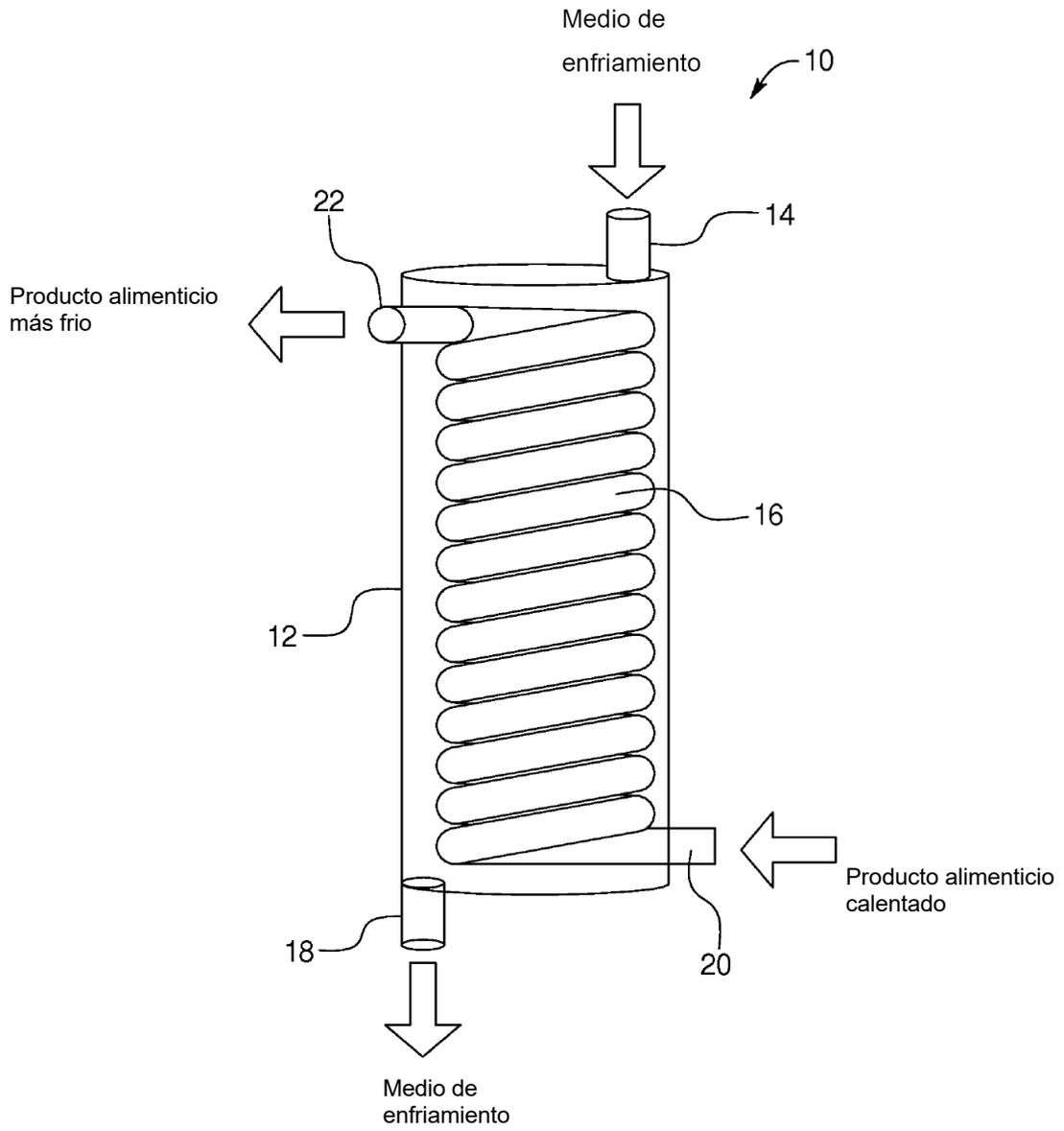


FIG. 2
(ARTE ANTERIOR
DE LA TÉCNICA)

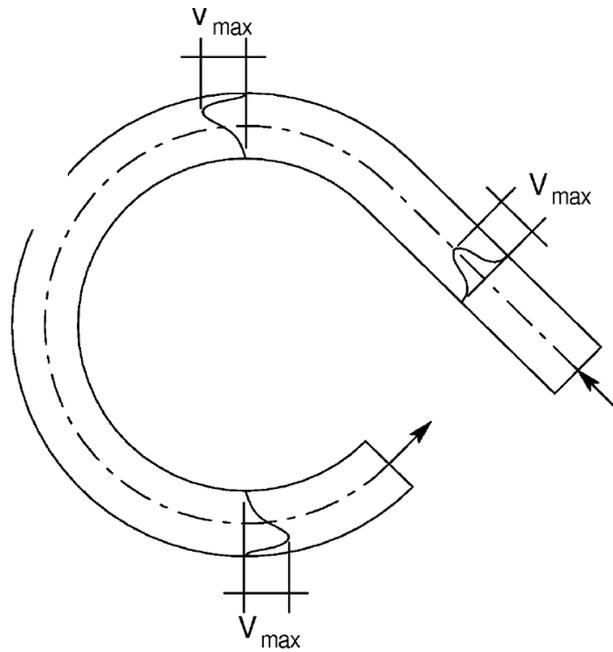


FIG. 3 A
(ARTE ANTERIOR
DE LA TÉCNICA)

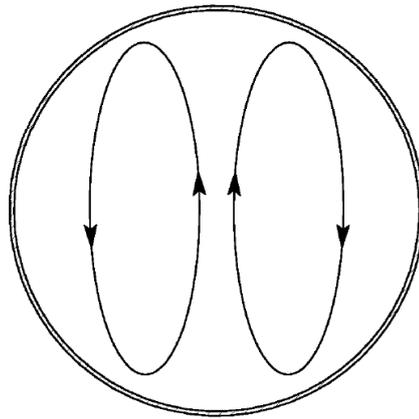
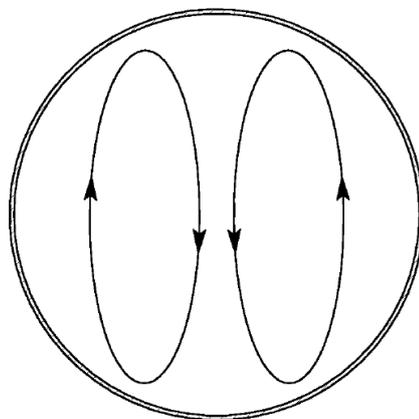


FIG. 3 B
(ARTE ANTERIOR
DE LA TÉCNICA)



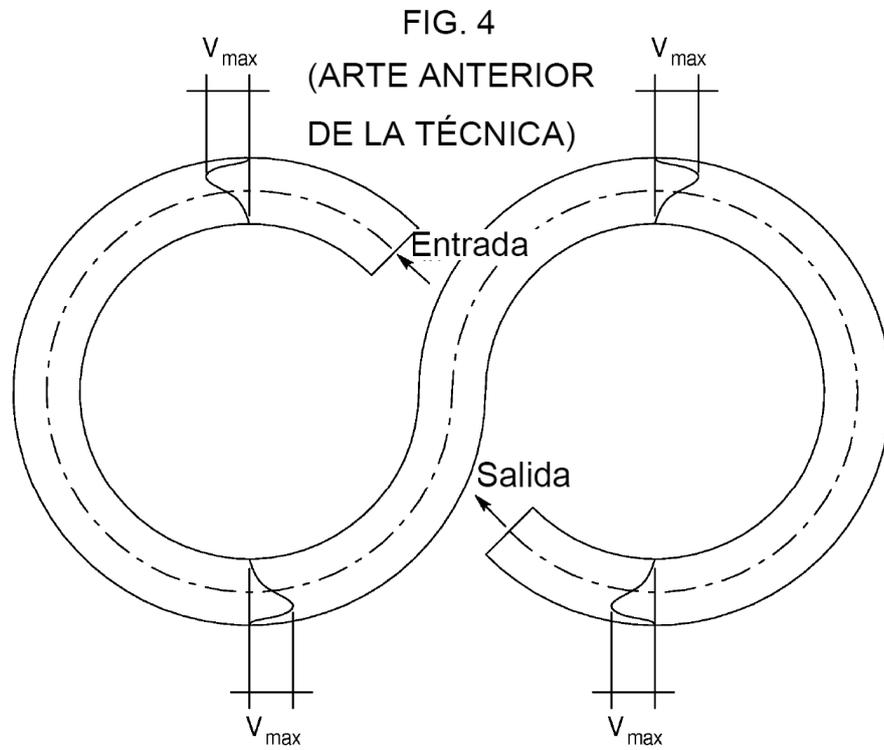


FIG. 5
(ARTE ANTERIOR DE LA TÉCNICA)

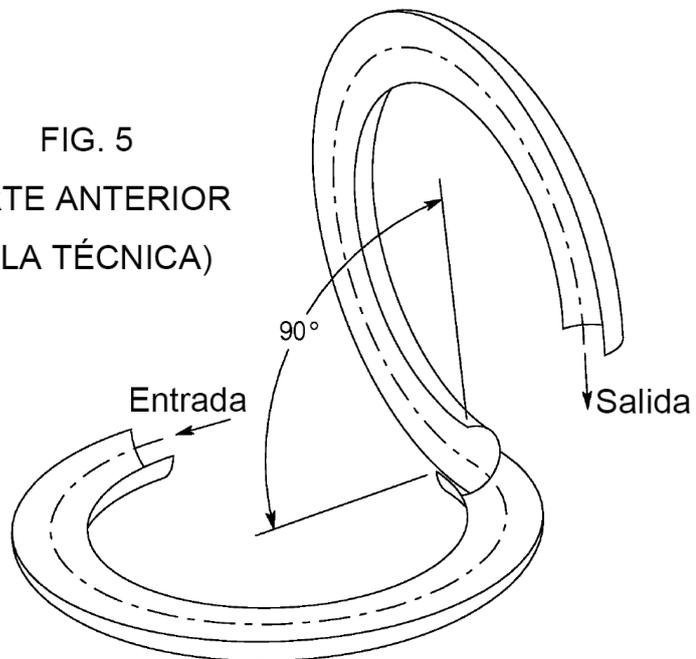
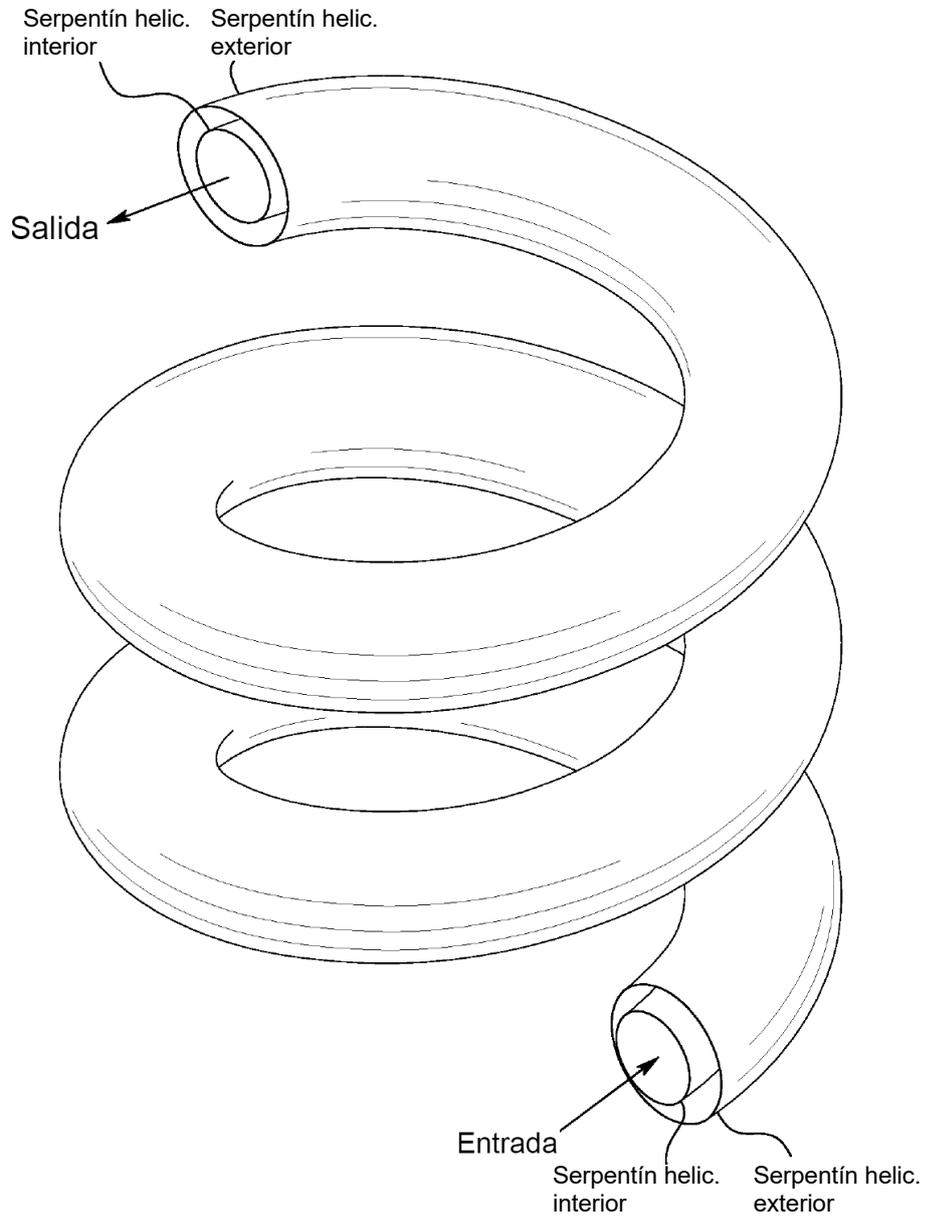
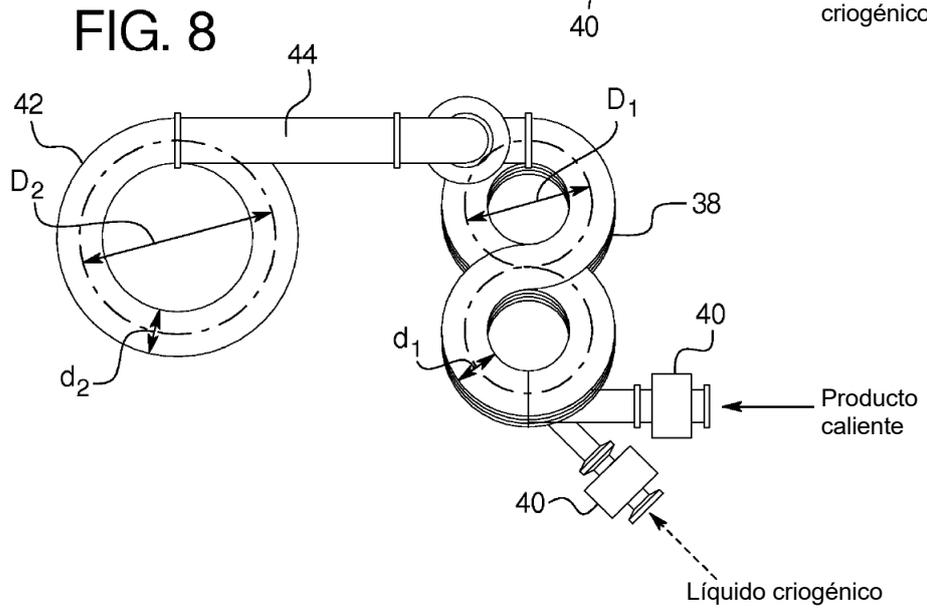
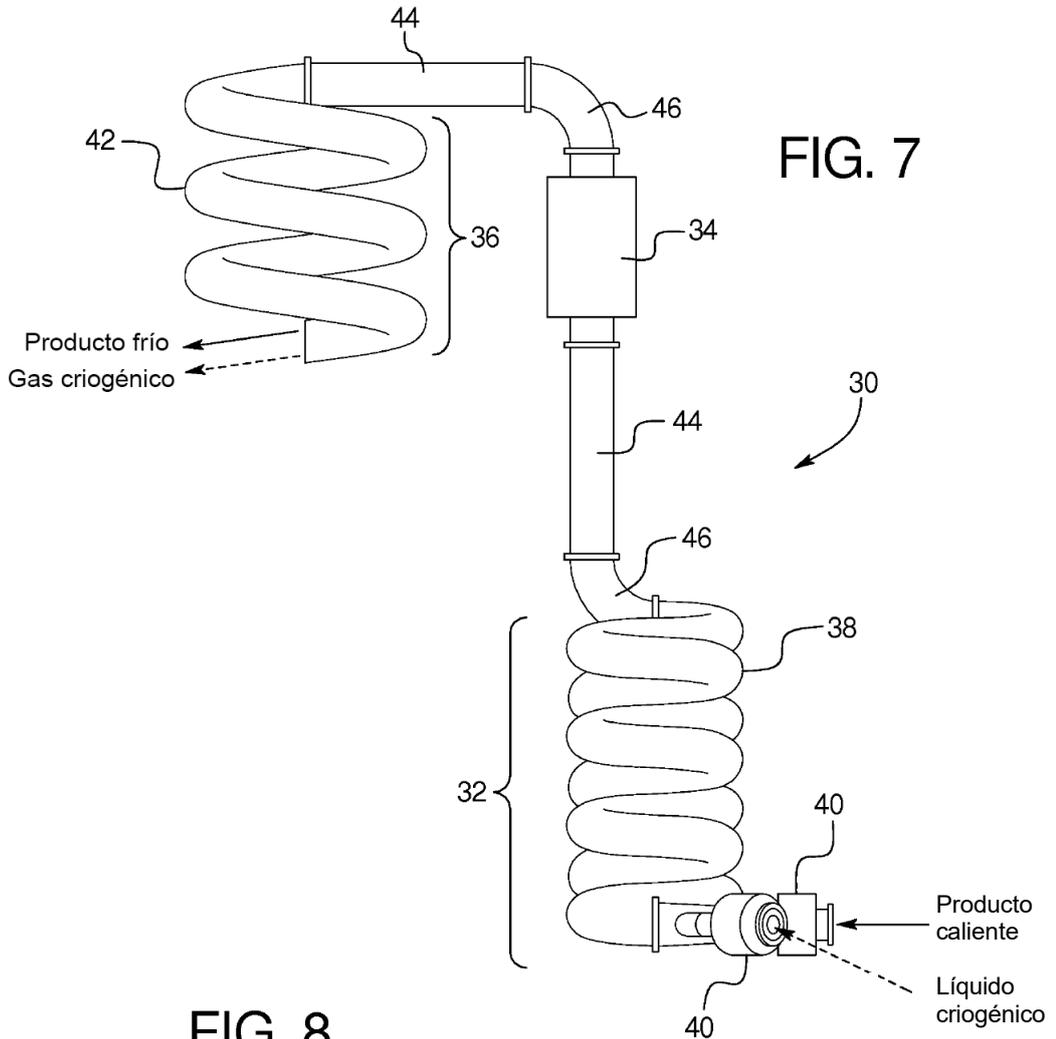


FIG. 6

(ARTE ANTERIOR DE LA TÉCNICA)





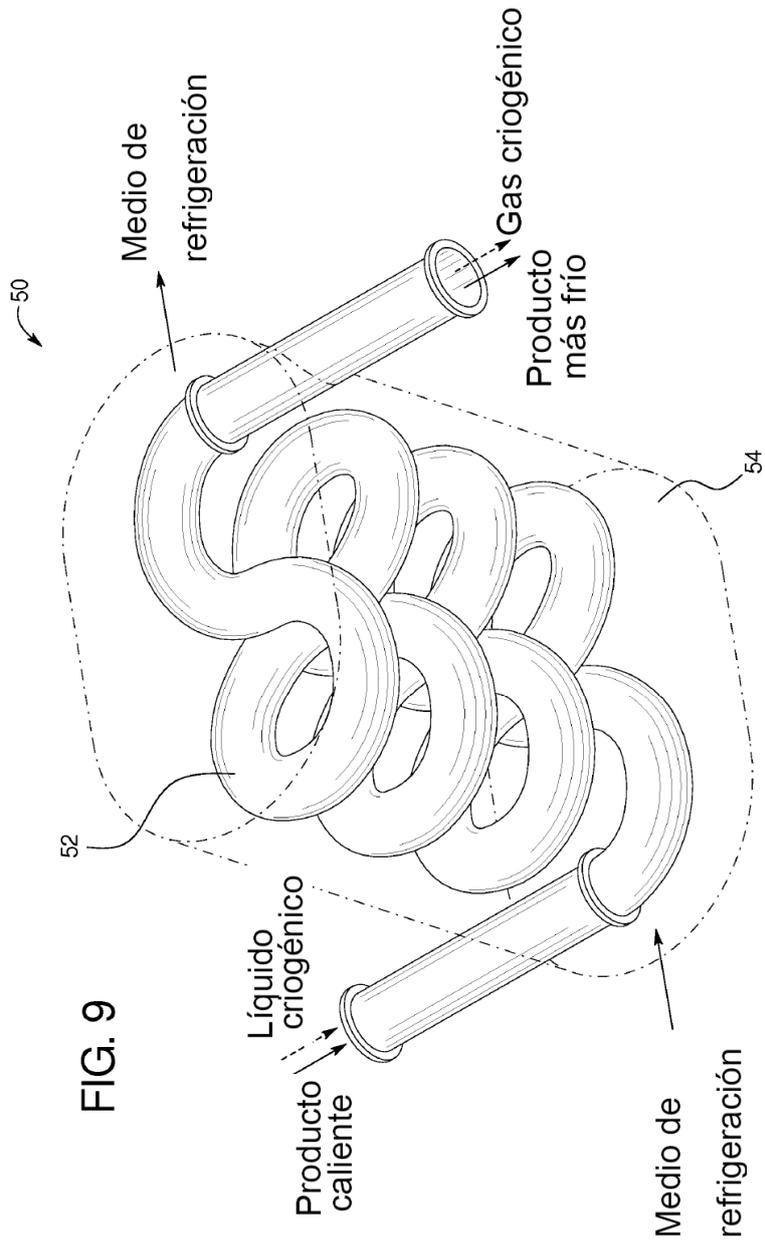


FIG. 9

FIG. 10

