

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 215**

51 Int. Cl.:

B01D 5/00 (2006.01)

F28F 1/42 (2006.01)

F28F 21/00 (2006.01)

F28D 15/00 (2006.01)

F28B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2013 PCT/GB2013/050897**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.10.2013 WO13150318**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2013 E 13723536 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2833982**

54 Título: **Condensadores de laboratorio con intercambio pasivo de calor**

30 Prioridad:

05.04.2012 GB 201206103

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

08.03.2018

73 Titular/es:

R.B. RADLEY & CO. LTD. (100.0%)

Shire Hill Saffron

Walden Essex CB11 3AZ, GB

72 Inventor/es:

GRIST, MATTHEW y

PERKINS, DAVID

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 658 215 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

Condensadores de laboratorio con intercambio pasivo de calor

5 Esta invención se refiere a condensadores, y a un método para usar tales condensadores.

A menudo se desea condensar gas en líquido. Típicamente, esto se hace reduciendo la temperatura del gas por debajo de su punto de ebullición.

10 En algunas circunstancias, es deseable un cambio de fase de líquido a gas y se emplea como un medio para separar componentes de la mezcla de reacción (por ejemplo, evaporación o destilación). En este caso, normalmente es deseable separar el vapor o el gas de la fase líquida, antes de convertirlo nuevamente a la fase líquida y recogerlo por separado a los componentes restantes en la mezcla de reacción. Por lo general, se emplea un condensador para convertir el vapor o gas nuevamente en líquido, para permitir que se recolecte.

15 En otras circunstancias, el cambio de fase puede dar como resultado una pérdida indeseable de los componentes de la reacción y es deseable un medio para impedir la pérdida de estos componentes. En este caso, se requiere que el vapor o el gas se conviertan de nuevo en líquido de tal forma que pueda devolverse a la mezcla de reacción original. Generalmente se emplea un condensador para convertir de nuevo el vapor o gas en líquido. Posicionar el dispositivo directamente por encima y conectado al recipiente de reacción permite que el vapor o gas condensado sea devuelto al reactor. Este proceso generalmente se conoce como reflujo.

20 En un entorno de laboratorio, los condensadores suelen estar o bien enfriados por aire, comprendiendo una longitud de tubo (típicamente vidrio) a temperatura local, o bien enfriados por agua, comprendiendo una longitud de tubo (también típicamente vidrio) rodeada por una camisa a través de la cual pasa agua corriente. Un ejemplo de este último condensador es el bien conocido condensador Liebig.

25 Se ha encontrado que el condensador enfriado por aire no es particularmente eficiente, ya que depende de la transferencia del calor del tubo de vidrio directamente a la atmósfera. Una mejora de los condensadores enfriados por aire de tubo directo se encuentra en el condensador Vigreux, donde la superficie interior del tubo está provista de muchas proyecciones que aumentan el área superficial sobre la cual pasa el gas a condensar.

30 Los condensadores enfriados por agua funcionan de manera más eficiente, pero requieren un flujo constante de agua para funcionar. El agua se está convirtiendo en un recurso cada vez más caro y escaso, y la eliminación del agua en los laboratorios también es cada vez más compleja y costosa.

35 Se ha propuesto en la patente de EE. UU. número 4.187.903 proporcionar un condensador enfriado por agua en que al refrigerante de agua se le hace circular a través de un circuito cerrado, pasando a través de la camisa de un condensador de tipo Liebig y un miembro exterior que tiene un disipador de calor. Sin embargo, esto es ineficiente, ya que depende de las corrientes parásitas que se acumulan en el líquido para comenzar la circulación del agua. Ese documento también propone montar un disipador de calor directamente en un condensador enfriado por aire, pero eso presenta problemas significativos para unir o pegar el disipador de calor al condensador de vidrio de tal manera que tenga lugar una transferencia de calor suficiente.

40 La presente solicitud proporciona un condensador de gas enfriado por aire para condensar gases y vapores, como se define en la reivindicación 1. La presente solicitud también proporciona un método de condensar gas como se define en la reivindicación 11, un uso del condensador de la reivindicación 1 para hacer un producto químico como se define en la reivindicación 13 y un estuche de acuerdo con la reivindicación 15.

45 Como tal, al proporcionar un espacio obturado lleno de líquido, la transferencia de calor desde el tubo interior al tubo exterior puede mejorarse sin la necesidad de montar directamente el tubo exterior en el tubo interior; el calor de los vapores que pasan a través del taladro del tubo interior se puede retirar a través del tubo interior, transferirlo al tubo exterior y después irradiarlo. A medida que el líquido se obtura dentro del espacio obturado, no hay necesidad de proporcionar continuamente agua de reemplazo o eliminar el agua descargada.

50 Desde la realización de la presente invención, hemos tomado conocimiento de alguna técnica anterior citada en contra de nuestra solicitud de patente GB de primer depósito.

55 El documento JP 62284193 se refiere a un sistema para generar hielo (o retener calor) en la noche o el día y usar el calor/frío almacenados para influir en el entorno/edificio en tiempos diferentes. Parte del sistema es un tubo de doble pared con un material de alta capacidad de calor entre ellas, material líquido o sólido, y aletas que se extienden desde el tubo exterior al tubo interior, y también desde el tubo interior al tubo exterior. Las aletas se extienden desde la superficie exterior del tubo exterior. No hay aletas dentro del tubo interior. Tanto el tubo interior como el exterior son de metal. Un líquido caliente o frío fluye a través del tubo interior y el calor se elimina o se toma del material de almacén térmico que se mantiene entre los tubos. Esta enseñanza trata de un almacén de calor de alta capacidad térmica, no condensándose vapores en sistemas de reacción química.

El documento DE 4033677 es una divulgación relacionada con máquinas de moldeo por inyección. No tiene nada que ver con el vapor a reflujo en sistemas de laboratorio/reacción química. No parece tener aletas, y parece estar hecho de metal, sin tubo interior de vidrio.

5 Los documentos US 4187903 y GB 1588119 se refieren a un sistema de flujo de aire de Aldrich. No tienen la combinación de características que usamos y que son la técnica anterior sobre la cual hacemos la mejora.

10 El documento US 2005/155748 se refiere a intercambiadores de calor para vehículos. Tiene un aceite refrigerante bombeado a través de una cavidad entre unos tubos exterior e interior. No tiene un cuerpo contenido de fluido en el espacio entre los tubos interior y exterior, carece de entrada y salida para bombear el fluido refrigerante. No se refiere a condensar vapores dentro del tubo interior. Está hecho principalmente de una construcción completamente de metal. Sólo hay aletas en la cavidad entre los tubos interior y exterior, no extendiéndose hacia fuera desde el tubo exterior, ni hacia dentro en el tubo interior. Está dirigido principalmente a los accesorios de extremo divulgados. No parece ser realmente un sistema enfriado por aire.

20 El documento JP 5914 2381 es otro intercambiador de calor que intercambia calor entre dos fluidos que fluyen. Esto es bastante diferente de un enfriador de aire con un volumen de fluido de intercambio de calor atrapado. Esto no se relaciona con la condensación de vapor. No hay aletas exteriores para la refrigeración del aire.

25 El documento US 2008/277092 es otro intercambiador de calor que no tiene aletas. Tiene un gas circulante para refrigeración, y se aleja del concepto del volumen atrapado de fluido como sistema de intercambio de calor. No está relacionado con la condensación y usa refrigerante líquido recirculante a través de un fluido de transferencia estático.

El documento US 2006/107682 es otra parte de una unidad de aire acondicionado. Se refiere a la extracción de calor desde un refrigerante líquido de alta presión hasta un líquido que fluye o a aire. No hay aletas ni condensación.

30 El documento KR 20100132212 parece relacionarse con un intercambiador de calor para enfriar un líquido que fluye, más que con condensar algo. Los materiales usados no son los mismos que los que nos importan aquí.

Otra técnica anterior adicional incluye el documento GB 606284 que divulga un dispositivo de intercambio de calor mejorado que comprende dos elementos tubulares concéntricos que tienen un espacio anular entre ellos, espacio del cual se excluyen los dos fluidos, estando dicho espacio ocupado por una serie de superficies secundarias o similares adaptadas para conducir el calor de un elemento tubular al otro. Una unidad de advertencia visual y/o audible se incorpora en el dispositivo para indicar cuándo cualquiera de los fluidos gana acceso a dicho espacio anular. Las superficies secundarias comprenden una serie de aletas perforadas anulares con bridas situadas y aseguradas en una relación de lado a lado entre las paredes de los elementos tubulares concéntricos. Alternativamente, las superficies secundarias pueden comprender elementos corrugados dispuestos longitudinalmente en el espacio anular definido por los elementos tubulares concéntricos, o dicho espacio anular puede llenarse convenientemente con una medida metálica adecuada o similar, estando dichas medidas sinterizadas juntas y a las paredes de los elementos tubulares.

45 El documento US 2012006670 (A1) divulga un aparato de destilación de vapor de fluido. El aparato incluye una entrada de fluido fuente y un aparato condensador de evaporador. El aparato condensador de evaporador incluye un alojamiento sustancialmente cilíndrico y una pluralidad de tubos en el alojamiento. La entrada de fluido fuente está conectada de manera fluida al condensador de evaporador y el condensador de evaporador transforma el fluido fuente en vapor y transforma el vapor comprimido en fluido producto. También se incluye en el aparato de destilación de vapor de fluido un intercambiador de calor conectado de manera fluida a la entrada de fluido fuente y una salida de fluido producto. El intercambiador de calor incluye un tubo exterior y al menos un tubo interior. También incluido en el aparato de destilación de vapor de fluido está un soplador regenerativo conectado de manera fluida al condensador de evaporador. El soplador regenerativo comprime vapor, y el vapor comprimido fluye al condensador por evaporación, en donde el vapor comprimido se transforma en fluido producto. El aparato de destilación de vapor de fluido también incluye un sistema de control.

55 Volviendo a una discusión de la presente invención, el tubo exterior tendrá típicamente una pluralidad de aletas interiores que se extienden dentro del espacio. El tubo exterior también tendrá una pluralidad de aletas exteriores que se extienden hacia fuera desde una superficie exterior del tubo exterior. Las aletas exteriores aumentarán la pérdida de calor a la atmósfera local, mientras que las aletas interiores aumentarán la transferencia de calor al tubo exterior. Cada una de las aletas interiores o exteriores puede estar estriada, con el fin de aumentar su área superficial.

65 Preferiblemente, las aletas interiores del tubo exterior serán de una longitud tal que no toquen la superficie del tubo interior. Esto permite una buena circulación de fluido/líquido en el espacio definido entre los tubos interior y exterior. También evita problemas con la expansión de los tubos (por ejemplo, la expansión diferencial del metal y el vidrio). Al menos en algunas realizaciones, el flujo o la corriente de conexión en el líquido atrapado en el espacio entre los

- dos tubos puede hacer una contribución útil a la transferencia de calor global y no queremos bloquearlo demasiado al dividir el fluido por completo en zonas. El tubo exterior estará formado por un material conductor de calor. El material conductor de calor comprende un material metálico, tal como aluminio. El aluminio tiene las ventajas de que puede extruirse o enrollarse a conveniencia con el fin de formar las aletas interiores y exteriores, y es un buen conductor de calor. Entre otros materiales que podrían usarse están el cobre y el acero.
- El líquido será típicamente líquido conductor de calor con buenas propiedades de transferencia de calor para eliminar el calor del tubo interior lo más rápido posible. El líquido puede ser agua. El agua es relativamente barata y abundante, particularmente cuando el volumen obturado en el espacio no se reemplaza continuamente. También funciona de manera aceptable como conductor de calor. Como alternativa, se podrían usar aceites, como los aceites de silicona, glicoles o aceites sintéticos como líquido, ya que son mejores conductores de calor, pero son más costosos. Típicamente, el líquido llenará substancialmente el espacio, preferiblemente llenando casi por completo el espacio (por ejemplo, llenando el espacio el 99%, 95%, 90% o > 85%). Es probable que el líquido llene al menos la mitad del espacio.
- El tubo interior puede estar expuesto a altos niveles de productos químicos, vapores y materiales generalmente corrosivos, por lo que debe conformarse a partir de un material con alta inertidad química. Además, debe mostrar buenas propiedades conductoras de calor.
- El tubo interior está formado de vidrio, típicamente vidrio de borosilicato. El vidrio es químicamente inerte y barato. En la mayoría de las realizaciones, el tubo interior tiene que ser químicamente inerte, de lo contrario el vapor de condensación caliente (o las sustancias químicas contenidas dentro del vapor) dentro de él lo corroerá y la reacción química deseada estará contaminada por el material del tubo interior. Los metales inertes, como el oro o el platino, pueden ser técnicamente aceptables, pero son demasiado caros comercialmente. Se pueden usar metales más baratos, por ejemplo aluminio o acero, si se les aplica un recubrimiento químicamente inerte, como un recubrimiento a base de fluoropolímero, pero este recubrimiento puede ser difícil de aplicar y puede dañarse fácilmente de manera mecánica. Preferimos el vidrio. El tubo interior puede conformarse con proyecciones en su taladro; estas proyecciones se agregan al área superficial del taladro interior, proporcionando un área mayor para que el gas se condense e interrumpa el flujo del gas a través del taladro. Como tal, el tubo interior puede comprender un condensador Vigreux.
- La superficie exterior del tubo interior puede tener mellas y/o proyecciones. Esto puede aumentar el área superficial del tubo exterior que está expuesto al fluido que se encuentra entre el tubo interior y exterior, mejorando la transferencia de calor.
- En algunas realizaciones, el tubo interior puede tener muescas que se extienden hacia dentro en su pared, conformando estas muescas tanto proyecciones que se extienden hacia dentro en el espacio dentro del tubo interior, como también huecos que se proyectan hacia dentro en la superficie exterior del tubo interior. Los huecos/mellas aumentan el contacto entre la superficie exterior del tubo interior con el líquido de transferencia de calor refrigerante que está en el espacio entre el tubo interior y el tubo exterior, así como también aumentan el área de contacto entre la superficie interior del tubo interior y el líquido/vapor que se está condensando.
- En algunas realizaciones, pero no en todas, el tubo interior puede estar provisto de una llave para al menos una de las juntas, obturándose la junta o cada junta contra la llave respectiva. La llave o cada llave puede comprender un abultamiento en un diámetro exterior del tubo interior. La junta o cada junta puede comprender una primera parte y una segunda parte que se aplican a cada lado del abultamiento y se engranan entre sí. La primera parte se puede obturar contra el tubo interior, y la segunda parte se puede aplicar contra el tubo exterior. Se puede proporcionar un obturador entre la primera parte y el tubo interior, entre la primera parte y la segunda parte, y entre la segunda parte y el tubo exterior.
- En algunas realizaciones, los extremos axialmente separados de manera longitudinal del tubo exterior 2 tienen una formación 120 de acoplamiento de rosca de tornillo que rodea la superficie interior del tubo exterior. Las figuras 12 y 13 ilustran una realización de este tipo. Una junta 122 de extremo roscado de tornillo, posiblemente de material plástico, se atornilla en la formación de acoplamiento y cierra el extremo del tubo exterior, puenteando a la superficie exterior del tubo interior (que se extiende a través de la junta). La junta 122 puede estar hecha de dos componentes: un primer componente 124 que se atornilla en el extremo del tubo exterior y se obtura al tubo exterior, y un segundo componente 126 que se conecta al primer componente de manera estanca y que también está adaptado para obturarse a la superficie exterior del tubo interior. El tubo interior puede tener una superficie exterior cilíndrica lisa en las regiones donde encaja la junta de extremo. El primer componente 124 en esta realización obtura el tubo exterior (metálico) por medio de un compuesto obturador que es líquido aplicado y asienta, por ejemplo, un compuesto obturador de silicona a alta temperatura. El segundo componente 126 en esta realización obtura el tubo interior (de vidrio) por medio de un compuesto obturador que es líquido aplicado y asienta, por ejemplo, un compuesto obturador de silicona a alta temperatura. Puede proporcionarse una junta elástica u otro miembro de obturación para encajar el tubo interior, estando la junta mantenida entre los componentes primero y segundo.
- La junta 122 de extremo puede estar provista de una o más superficies planas 140 (planos) que están dispuestas radialmente por fuera de la envoltura cilíndrica de las aletas en el exterior del tubo exterior. Los planos ayudan a

evitar que el condensador ensamblado ruede cuando reposa en la superficie de la encimera de trabajo. Esto ayuda a evitar que el condensador se caiga de la encimera de trabajo y se dañe. Los planos 140 se proporcionan preferiblemente en la circunferencia exterior del segundo componente 126. Puede haber, por ejemplo, seis planos alrededor de la circunferencia.

5 Las juntas de los extremos pueden estar hechas de un material plástico no reactivo, tal como acetal.

10 El primer componente 124 tiene una primera rosca 130 de tornillo en su superficie cilíndrica exterior 132. La rosca 130 es complementaria a la formación roscada 120 de tornillo en el extremo del tubo exterior 2. El primer componente tiene una espiga cilíndrica 134 de radio más ancho que el de la rosca 130 de tornillo. La espiga 134 también tiene una rosca 136 de tornillo. La rosca 136 de tornillo de la espiga 134 se enrosca en una rosca interior 138 d tornillo proporcionada en el segundo componente 126, rodeando, la rosca 138, el agujero en el segundo componente 126 a través del cual se extiende el tubo interior.

15 La figura 13 muestra el segundo componente 126 con más detalle y muestra una vista del componente 126 desde el lado opuesto al mostrado en la figura 12.

20 El segundo componente 126 también tiene una nervadura anular 142 que proporciona la función de dispersar el compuesto obturador líquido contenido en la cavidad del primer componente ensamblado cuando el componente 126 se atornilla sobre el componente 124 y ayuda a obturar los dos componentes entre sí de modo que se detenga el fluido/líquido de transferencia de calor que se escapa de entre ellos.

25 La figura 14 muestra el condensador en uso. Muestra un soporte convencional 146 de retorta que tiene garras 148 con dedos 149. Se observará que las garras 148 pueden mantener la superficie/envoltura cilíndrica exterior creada por las puntas de las aletas exteriores del tubo exterior. Hay que tener cuidado con no apretar demasiado las garras y deformar las aletas, pero es fácil enclavar el condensador usando el equipo existente de soporte de retorta.

30 La figura 15 muestra un tubo interior 1 de vidrio provisto de muescas huecas 150 en su pared 152. Las muescas forman proyecciones 154 que se extienden dentro del espacio 156 dentro del tubo interior en el que existe el vapor que se va a condensar. Las muescas también proporcionan receptáculos 158 en la pared exterior del tubo interior 1 en el que se extiende el fluido/líquido de transferencia de calor (típicamente agua). Esto ayuda simultáneamente a la transferencia de calor entre el vapor y el tubo interior, y entre el tubo interior y el líquido de transferencia de calor que lo rodea.

35 Como se verá en la figura 17, las proyecciones 154 se extienden cerca del eje central del tubo interior, pero no alcanzan el eje central (se detienen un poco antes). Hay dos conjuntos de proyecciones, un primer conjunto y un segundo conjunto intercalado con el primer conjunto, y rotado alrededor del eje central en 45 grados. Esto logra una mejor interrupción del vapor ascendente y una mejor transferencia de calor.

40 La figura 15 muestra una región lisa 160, no mellada, en un extremo del tubo interior 1, adyacente a un conector 162 de vidrio esmerilado. La pequeña región 160 es en donde la junta 122 de extremo obtura el tubo interior.

En el presente documento, cuando aludimos a condensar un gas, también nos referimos a condensar un vapor.

45 De acuerdo con otro ejemplo, se describe un método para condensar un gas, que comprende pasar el gas a través del taladro del tubo interior del condensador del primer aspecto de la invención, siendo la temperatura del gas más alta que la temperatura del tubo exterior.

50 De este modo, esto proporciona un método para condensar gases que no requiere agua corriente continua.

Típicamente, el método comprenderá recoger el condensado formado al condensar el gas. El gas puede proceder de o ser de un disolvente tal como metanol, etanol, alcohol isopropílico, dietil éter, tetrahidrofurano, acetato de etilo, dioxano, heptano, acetonitrilo, tolueno, acetona, diclorometano o cloroformo.

55 Se apreciará que al no tener un flujo continuo de fluido/líquido refrigerante pasando a través de la cavidad entre el tubo exterior y el tubo interior, no consumimos grandes cantidades de refrigerante (por ejemplo, agua). Nuestra invención se refiere a esa clase de condensadores que no tienen un sistema fluyente de refrigerante líquido para eliminar el calor. En la gran mayoría de las situaciones, nuestro condensador será un condensador enfriado por aire. No pretendemos excluir situaciones en las que los usuarios pongan el condensador en un fluido que no es aire (por ejemplo, en un baño de agua).

65 Hemos observado que es posible mejorar un condensador enfriado por aire para un sistema de reactor químico de laboratorio. La retención de un fluido de transferencia de calor entre los tubos interior y exterior (en lugar de tener un fluido que fluye como en un condensador Liebig) ahorra agua/recursos. Hemos hecho un mejor condensador enfriado por aire. Los resultados de la tabla en la página 13 muestran eso. Un tubo de metal extruido (preferiblemente aluminio) con aletas situadas en el exterior (y, opcionalmente, en el interior) tiene mejores

capacidades de transferencia de calor al aire que el vidrio, pero no es deseable un tubo de metal para el contacto con vapores corrosivos calientes. Un tubo interior de vidrio tiene características aceptables de transferencia de calor, especialmente cuando es asistido por un líquido en contacto con él para acoplarlo térmicamente al tubo exterior de metal y puede resistir los vapores químicos. Hemos observado que con esta combinación simple y elegante podemos hacer un mejor condensador enfriado por aire.

Ahora sigue, a modo de ejemplo solamente, la descripción de una realización de la invención, descrita con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 la figura 1 muestra un condensador de acuerdo con una realización de la invención;
- la figura 2 muestra una sección transversal a través del condensador de la figura 1 a lo largo de la línea A-A;
- 15 la figura 3 muestra una ampliación del área B de la figura 2;
- la figura 4 muestra una ampliación del área C de la figura 2;
- la figura 5 muestra una sección transversal a través del tubo exterior del condensador de la figura 1;
- 20 la figura 6 muestra una ampliación del área B de la figura 5;
- la figura 7 muestra una vista en perspectiva de la primera parte común de la junta en cualquier extremo del condensador de la figura 1;
- 25 la figura 8 muestra una vista en planta de la segunda parte de la junta para uso en el extremo superior del condensador de la figura 1;
- la figura 9 muestra una vista en planta de la segunda parte de la junta para uso en el extremo inferior del condensador de la figura 1;
- 30 la figura 10 muestra una tabla gráfica que muestra los condensadores aceptables para diversos disolventes;
- la figura 11 muestra una vista en perspectiva de una configuración experimental de ejemplo;
- 35 la figura 12 muestra una junta de extremo del condensador en una realización;
- la figura 13 muestra detalles de un componente de la junta final de la figura 12;
- la figura 14 muestra otra forma de usar la presente invención;
- 40 la figura 15 muestra una vista en sección transversal del tubo interior de una realización de la invención;
- la figura 16 muestra una vista en planta de parte del tubo interior de la figura 15; y
- 45 la figura 17 muestra una vista en sección transversal del tubo interior visto en la línea XVII-XVII de la figura 16.

Un condensador 100 de acuerdo con una realización de la invención se muestra en los dibujos adjuntos. El intercambiador de calor comprende un tubo interior central 1 rodeado por un tubo exterior 2.

- 50 Se prevé que nuestro condensador se use en laboratorios en donde las personas intentan sintetizar o aislar productos químicos. Típicamente, se usará para condensar o hacer reflujos del vapor dejando un recipiente de reactor químico calentado, como un matraz.

- 55 El tubo interior 1 está formado de vidrio de borosilicato. Tiene un taladro interior 3 para el paso del gas que se va a condensar. El tubo interior tiene un extremo superior 4 y un extremo inferior 5. El tubo interior 1 tiene una pluralidad de protuberancias 6 que se extienden dentro del taladro 3, a modo de un condensador Vigreux.

- 60 El tubo exterior 2 está formado de aluminio extruido, y por lo tanto tiene una sección transversal uniforme a lo largo de la mayor parte de su longitud. Tiene la forma de una carcasa cilíndrica 7 que tiene un taladro interior 8. En este taladro interior 8 se extiende una pluralidad de aletas interiores 9; en la presente realización, hay 45 de tales aletas, separadas equitativamente alrededor de la circunferencia de la carcasa cilíndrica 7, extendiéndose a lo largo de la carcasa 7. Las aletas se extienden radialmente dentro del taladro 8 por una longitud de aleta interior uniforme, de modo que se proporciona un paso cilíndrico 10, que está ocupado por el tubo interior 1.

- 65 De este modo, entre el tubo interior 1 y el tubo exterior 2 se define un espacio 11 en el que se extienden las aletas interiores 9. Este espacio se llena con un líquido 12, en contacto tanto con el tubo interior 1 como con el tubo exterior

2, usándose el líquido 12 como líquido conductor de calor. Por lo tanto, el calor puede pasar fácilmente desde el tubo interior 1 a través del líquido 12 hasta el tubo exterior. El líquido tiene buenas propiedades de transferencia de calor y puede ser agua. Al decir "lleno" de líquido, no necesariamente queremos decir que esté completamente lleno; también consideramos disposiciones parcialmente llenas, pero también queremos decir que está completamente lleno, o casi.

Para disipar el calor transferido al tubo exterior 2, el tubo exterior 2 está provisto de aletas exteriores 13 que se extienden a lo largo de la longitud de la carcasa cilíndrica 7 y radialmente hacia fuera desde una superficie exterior 14 de la carcasa cilíndrica 7. En esta realización, hay 60 de tales aletas exteriores 13 separadas equitativamente alrededor de la circunferencia de la carcasa cilíndrica 7. Las aletas exteriores tienen un perfil estriado (mostrado en más detalle en la figura 6 de los dibujos correspondientes) que aumenta el área superficial de las aletas exteriores, lo cual mejora la transferencia de calor desde el tubo exterior 2 al aire circundante.

Con el fin de obturar el espacio 11, se proporcionan una junta superior 15 y una junta inferior 16. Estas obturan el tubo exterior 2 y el tubo interior 1 juntos, y cada una obtura un extremo del espacio 11.

Cada una de las juntas 15, 16 comprende una primera parte común 17. Esto comprende un miembro anular de plástico, formado de acetal. La primera parte 17 tiene un paso en el diámetro exterior, y como tal está formada por una porción más estrecha 18 y una porción más ancha 19. Las superficies circunferenciales exteriores de ambas porciones 18, 19 están roscadas. La rosca de la porción más estrecha 18 se aplica a una rosca correspondiente 20, 21 formada en el taladro interior 8 en el extremo respectivo del tubo exterior 2, como para fijar la primera porción con relación al tubo exterior 2.

La primera parte 17 tiene un agujero pasante 22 a través del cual pasa el tubo interior. En una realización (pero no en otras), el tubo interior 1 está provisto de un abultamiento de 23 pulgadas de diámetro en su extremo inferior, más grande que el agujero pasante 22, de modo que el abultamiento 23 no puede pasar a través de la primera parte 17 sino que descansa contra ella. Esto puede ayudar a ubicar los tubos uno con respecto al otro. El hueco 24 definido entre la primera parte 17 y el tubo exterior 2 se llena con un obturador, tal como poliuretano, o una junta tórica.

Cada una de las juntas también comprende una segunda parte generalmente anular 25, 26; pueden proporcionarse diferentes segundas partes para el extremo superior (segunda parte superior 25) y el extremo inferior (segunda parte inferior 26). Sin embargo, la función de ambas partes es similar. Cada segunda parte 25, 26 tiene una porción estrecha 27 de diámetro interior reducido en comparación con una porción más ancha 28. La porción más ancha 28 está provista de una rosca interior, que se aplica a la rosca de la porción más ancha 19 de la primera parte 17, como para fijar las dos partes juntas.

La porción estrecha 27 tiene un agujero pasante interior 29, 30; el agujero pasante 29 de la junta superior 15 puede ser más grande que el agujero pasante 30 de la junta inferior 16, ya que el tubo interior 1 puede diferir en diámetro de arriba a abajo. Las porciones más estrechas tienen también una hendidura o estría 31 en la cara que contactará con la cara de extremo del tubo exterior. Esta hendidura o estría 31 tiene el mismo diámetro que la carcasa cilíndrica 7. Esta hendidura o estría 31 proporciona la ubicación 33 para un obturador adicional del mismo material que el descrito anteriormente para que quede atrapado entre el tubo interior 2 y la primera parte 17, obturando adicionalmente el espacio 11.

Las segundas partes 25, 26 están provistas de planos 32, de modo que es menos probable que el condensador 100 ruede si se coloca sobre una superficie plana.

En uso, un gas que se va a condensar pasa a través del taladro interior 3 del tubo interior 1, típicamente desde el extremo inferior 5 al extremo superior 4. El gas que se va a condensar se mezclará típicamente con otros gases, tales como aire. El gas estará por encima de la temperatura local y notablemente por encima de la temperatura del tubo exterior 2 y, de este modo, del tubo interior 1.

A medida que el gas pasa sobre las protuberancias 6 del tubo interior, si el tubo interior 1 está a menos del punto de ebullición del gas, el gas se condensará, y, si el extremo inferior 5 está más bajo que el extremo superior, como en la configuración experimental que se muestra en la figura 11 de los dibujos adjuntos, correrá por el taladro interior 3 por la acción de la gravedad. Luego se puede recoger en un matraz 101. El matraz 101 puede ser el matraz original desde el que se evaporó el gas (en cuyo caso el proceso es de reflujo) o un matraz diferente (destilación o evaporación).

Sin embargo, esto implicará la transferencia de calor al tubo interior 1. El líquido (por ejemplo, agua) 12 conducirá este calor lejos del tubo interior 1 al tubo exterior 2 a través de las aletas interiores 9. El calor pasará a través del tubo exterior 3 a las aletas exteriores, en donde se disipará a la atmósfera local (siempre que sea adecuadamente más frío que la temperatura del gas).

Se probó un condensador 100 de acuerdo con esta realización contra un condensador directamente enfriado por aire y un condensador de Vigreux enfriado por aire. En cada caso, se colocaron 50 mililitros de diversos disolventes

ES 2 658 215 T3

en un matraz 101 de 100 ml en un bloque 102 de calentamiento ajustado a 20 grados centígrados por encima del punto de ebullición del disolvente. Se adjuntó un condensador de cada tipo al matraz. La cantidad de disolvente perdido después de aumentar la cantidad de tiempo en los mililitros se registró de la siguiente manera:

Disolvente	Punto de ebullición (° C)	Tipo de condensador	90 min	300 min	960 min
Metanol	65	Aire	3	5	12
Metanol	65	Aire Vigreux	0	0	12
Metanol	65	Realización	0	2	5
Etanol	78	Aire	0	4	17
Etanol	78	Aire Vigreux	0	0	0
Etanol	78	Realización	0	0	2
Alcohol isopropílico	108	Aire	2	4	15
Alcohol isopropílico	108	Aire Vigreux	0	0	0
Alcohol isopropílico	108	Realización	0	0	2
Éter dietílico	35	Aire	9	na	na
Éter dietílico	35	Aire Vigreux	30	na	na
Éter dietílico	35	Realización	3	7	15
Tetrahidrofurano	66	Aire	0	9	na
Tetrahidrofurano	66	Aire Vigreux	2	5	na
Tetrahidrofurano	66	Realización	2	2	4
Acetato de etilo	77	Aire	3	7	23
Acetato de etilo	77	Aire Vigreux	0	0	3
Acetato de etilo	77	Realización	0	0	2
Dioxano	101	Aire	0	0	0
Dioxano	101	Aire Vigreux	0	0	2
Dioxano	101	Realización	0	0	2
Heptano	98	Aire	0	0	4
Heptano	98	Aire Vigreux	0	0	5
Heptano	98	Realización	0	0	3
Acetonitrilo	82	Aire	0	1	3
Acetonitrilo	82	Aire Vigreux	0	0	0
Acetonitrilo	82	Realización	0	0	2
Tolueno	111	Aire	0	0	0
Tolueno	111	Aire Vigreux	0	0	0
Tolueno	111	Realización	0	0	3
Acetona	57	Aire	2	19	na
Acetona	57	Aire Vigreux	2	12	30
Acetona	57	Realización	0	2	5
Diclorometano	40	Aire	9	na	na
Diclorometano	40	Aire Vigreux	5	30	na
Diclorometano	40	Realización	2	2	5
Cloroformo	61	Aire	0	2	7
Cloroformo	61	Aire Vigreux	0	0	2
Cloroformo	61	Realización	0	0	2

Se encontró que un condensador enfriado con agua en situaciones similares generalmente no pierde ningún disolvente. Como tal, aunque el condensador de la presente realización podría no alcanzar la eficiencia de un condensador enfriado con agua, se puede ver en la tabla anterior que generalmente hay una pérdida de disolvente significativamente menor que con los condensadores estándar enfriados por aire. Como tal, el condensador de la presente realización proporciona una mejora en tales condensadores sin la necesidad de suministro de agua corriente; el condensador de la presente realización se puede usar con disolventes que tienen un punto de ebullición más bajo que los condensadores enfriados por aire de la técnica anterior, sin necesidad de recurrir a un condensador enfriado con agua.

Esto se puede ver en la figura 10, que muestra qué condensadores (enfriados por aire directo, Vigreux enfriados por aire, la presente realización y enfriados por agua) se han encontrado aceptables para diferentes disolventes (para cada condensador indicado, los condensadores enumerados anteriormente en clave también serían aceptables). En este documento, se acepta como menos del 10% de pérdida de disolvente (disolventes con punto de ebullición a 50 grados centígrados y por encima), con el punto de ajuste de calentamiento 15° C por encima del punto de ebullición, después de 16 horas. El área indicada para la presente realización habría requerido previamente un condensador enfriado por agua.

Aunque la presente realización se ha descrito con referencia a un entorno de laboratorio, la invención podría igualmente implantarse a cualquier escala deseada, por ejemplo, en una planta piloto u otros entornos industriales.

El condensador se proporcionaría a un usuario/cliente (por ejemplo, un laboratorio de síntesis química) previamente ensamblado con el líquido de transferencia de calor encapsulado entre los tubos interior y exterior y las juntas de extremo ya ajustadas y obturadas a los tubos interior y exterior. Esa es nuestra disposición preferida. Una alternativa es proporcionar el condensador al menos parcialmente desmontado para permitir que el usuario ponga su propio líquido de transferencia de calor (por ejemplo, agua) entre el primer y el segundo tubo, y para que el usuario obture el o los extremos.

REIVINDICACIONES

1. Un condensador (100) de gas enfriado por aire para condensar gases y vapores, que comprende:
- 5 un tubo interior (1) que tiene un taladro (3) a su través,
- un tubo exterior (2) que tiene un taladro (8) a su través y dos extremos, pasando el tubo interior (1) a través del taladro (8) del tubo exterior (2), y
- 10 una junta (15, 16; 122) en cada extremo del tubo exterior (2), obturando el tubo exterior (2) al tubo interior (1) como para definir un espacio obturado (11) que forma un espacio cerrado de fluido entre el tubo interior (1), el tubo exterior (2) y las juntas (15, 16; 122);
- 15 en el que el espacio (11) contiene o está adaptado para contener un líquido (12) en contacto con el tubo interior (1) y el tubo exterior (2), en el que el tubo exterior (2) está hecho de metal y comprende una pluralidad de aletas interiores (9) que se extienden adentro del espacio obturado (11) y una pluralidad de aletas exteriores (13) que se extienden hacia fuera desde una superficie exterior (14) del tubo exterior (2) y en el que el tubo interior (1) está hecho de vidrio.
2. El condensador (100) de la reivindicación 1, en el que el espacio obturado (11) se adapta en uso para contener un fluido de transferencia de calor.
- 20 3. El condensador (100) de la reivindicación 1 o de la reivindicación 2, en el que el tubo interior (1) tiene una pared (152) de tubo y tiene protrusiones (154) formadas en la superficie interior de su pared (152) de tubo y correspondientes muescas o huecos (158) que se extienden hacia dentro proporcionados en la superficie exterior de su pared (152) de tubo.
- 25 4. El condensador (100) de la reivindicación 3, en el que las protrusiones (154) son huecas y las muescas (158) de la superficie exterior de la pared (152) de tubo interior se extienden hacia dentro hasta un nivel por debajo del grosor general de la pared (152) de tubo, siendo las protrusiones (154) huecas en sus regiones próximas a la pared (152) de tubo.
- 30 5. El condensador (100) de la reivindicación 2 o de la reivindicación 3 o la reivindicación 4, en el que el tubo exterior (2) está hecho de aluminio.
- 35 6. El condensador (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que la pluralidad de aletas (13) dirigidas hacia fuera que se extienden radialmente, proporcionadas en la superficie exterior (14) del tubo exterior (2), definen una superficie generalmente cilíndrica.
- 40 7. El condensador (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que las aletas (7) que se extienden hacia dentro se paran poco antes de contactar con el tubo interior (1).
8. El condensador (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el tubo exterior (2) está extruido y/o en el que:
- 45 las juntas (15, 16; 122) de los extremos del condensador (100) se extienden radialmente hacia fuera más allá de la extensión radial de las aletas exteriores (13) del tubo exterior (2), y en el que la superficie circunferencial exterior de las juntas (15, 16; 122) está provista de uno o más planos (32; 140) para resistir el rodado del condensador (100) cuando está tendido de lado sobre un banco o superficie plana similar; y/o
- 50 el tubo interior (1) tiene acoplamiento de encajamiento a presión de vidrio esmerilado para acoplarlo a la cristalería de laboratorio convencional; y/o
- comprendiendo adicionalmente el condensador (100) un líquido de transferencia de calor atrapado entre el tubo interior (1) y el tubo exterior (2).
- 55 9. El condensador (100) de la reivindicación 1, en el que al menos un miembro seleccionado del grupo que comprende las aletas exteriores (13) y las aletas interiores (9) está estriado.
- 60 10. El condensador (100) de cualquier reivindicación precedente, en el que el tubo interior (1) está formado con protrusiones dentro de su taladro, y/o en el que:
- al menos una de las juntas (15, 16, 122) comprende un primer componente (17; 124) adaptado para aplicarse y obturarse con el tubo exterior (2), y un segundo componente (25, 26; 126) adaptado para obturarse con el tubo interior (1), y una formación de acoplamiento adaptada para acoplar, preferiblemente de manera desmontable, el primer componente (17; 124) con el segundo componente (25, 26; 126); y opcionalmente el tubo exterior (2) tiene una rosca (20, 21; 120) de tornillo en su extremo y el primer componente (17; 124) tiene una rosca (130) de tornillo
- 65

complementaria para posibilitar que el primer componente (17; 124) se aplique y obture al tubo exterior (2); y opcionalmente la formación de acoplamiento comprende roscas (136, 138) de tornillo complementarias proporcionadas en los componentes primero y segundo (122, 124); y/o

5 el primer componente (17; 124) se obtura al tubo exterior (2), y el segundo componente (25, 26; 126) se obtura al tubo interior (1) pro mediación de un obturador, tal como silicona.

10 11. Un método para condensar un gas, que comprende pasar el gas a través del taladro del tubo interior (1) del condensador (100) de cualquier reivindicación precedente, siendo la temperatura del gas superior a la temperatura del tubo exterior (2).

12. El método de la reivindicación 11, que comprende:

15 recoger el condensado formado al condensar el gas; y/o

introducir un líquido de transferencia de calor en el espacio (11) entre los tubos interior y exterior (1, 2) por mediación de un extremo del tubo exterior (2) y obturarlo allí fijando una junta (15, 16; 122) de extremo al extremo del tubo exterior (2), y luego usar el condensador (100) que contiene el líquido de transferencia de calor para condensar un gas o vapor presente dentro del tubo interior (1).

20 13. Uso de un condensador (100) de acuerdo con la reivindicación 1 o cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, para condensar vapor procedente de líquido que contiene reactivo, y opcionalmente refluir el vapor condensado.

25 14. El proceso de acuerdo con la reivindicación 13, que comprende sujetar el tubo exterior (2) con un soporte de retorta convencional y garra(s), aplicándose la(s) garra(s) a las puntas de las aletas metálicas.

15. Un estuche adaptado para montarse en el condensador (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, comprendiendo el estuche:

30 un tubo interior (1) de vidrio que tiene un taladro (3) a su través;

un tubo exterior (2) de metal extruido que tiene un taladro (8) a su través y dos extremos, estando adaptado el tubo interior (1) para extenderse a través del taladro (8) del tubo exterior (2);

35 juntas (15, 16; 122) para cada extremo del tubo exterior (2), adaptadas para ser encajadas al tubo exterior (2) como para obturar el tubo exterior (2) al tubo interior (1) para formar un espacio cerrado de fluido entre el tubo interior (1), el tubo exterior (2) y las juntas (15, 16; 122) para encapsular un fluido de transferencia de calor en el espacio (11) entre los tubos interior y exterior ensamblados (1, 2) cuando las juntas (15, 16; 122) están encajadas, estando el tubo exterior (2) hecho de metal y comprendiendo una pluralidad de aletas interiores (9) que se extienden hacia dentro y una pluralidad de aletas exteriores (13) que se extienden exteriormente hacia fuera desde una superficie exterior (14) del tubo exterior (2); y

40 el tubo interior (1) está hecho de vidrio.

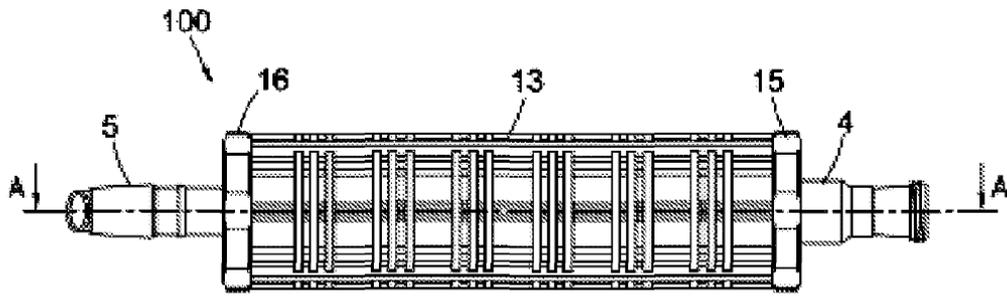


Fig 1

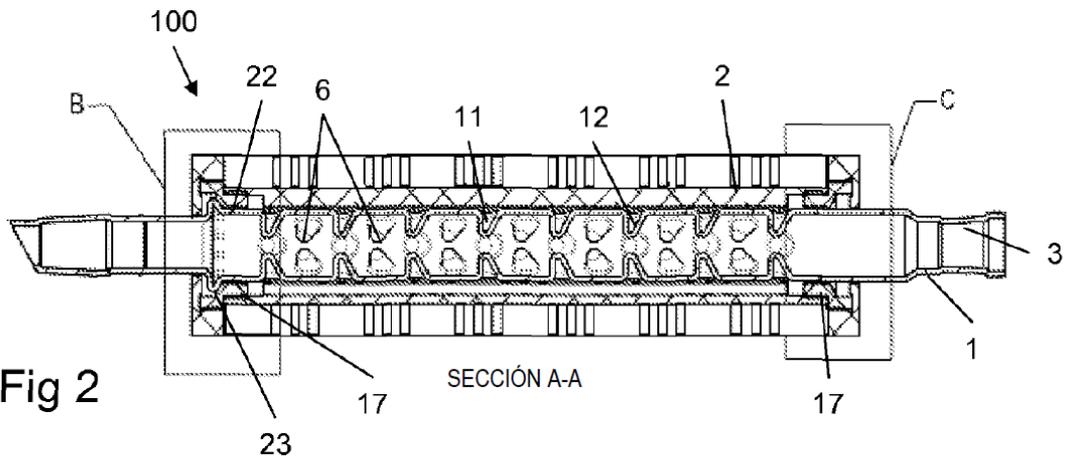


Fig 2

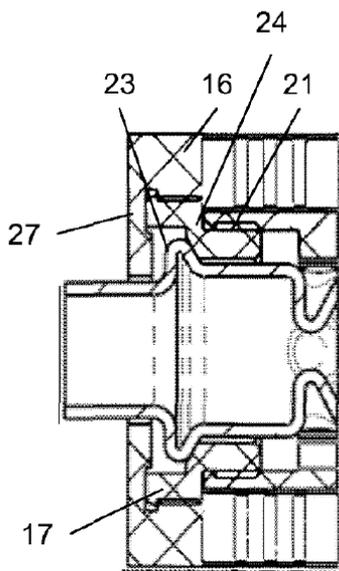


Fig 3

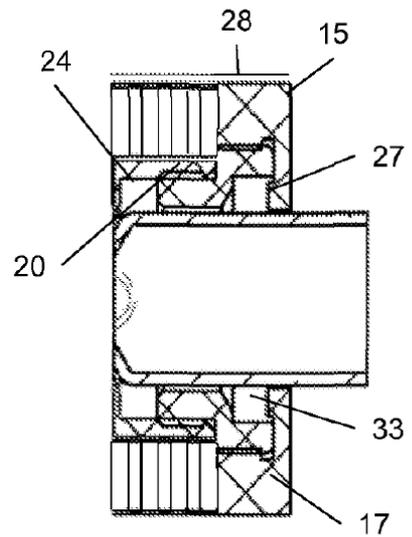


Fig 4

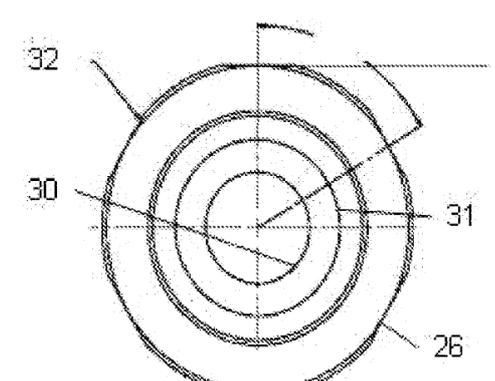
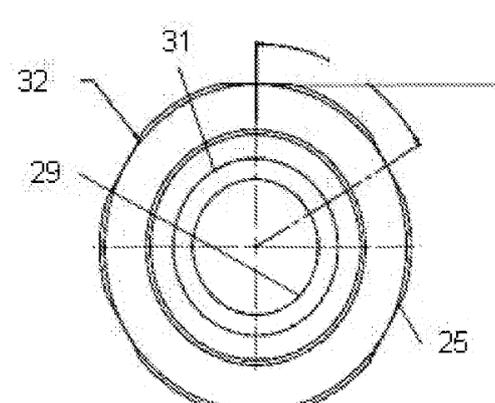
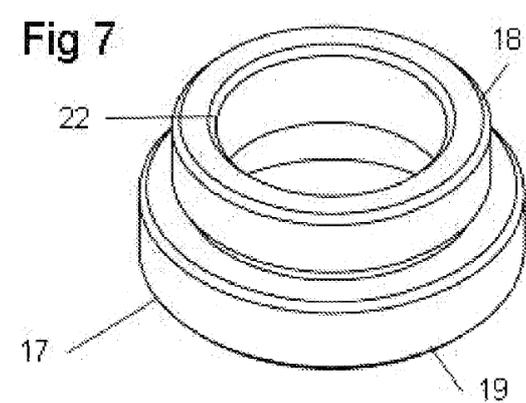
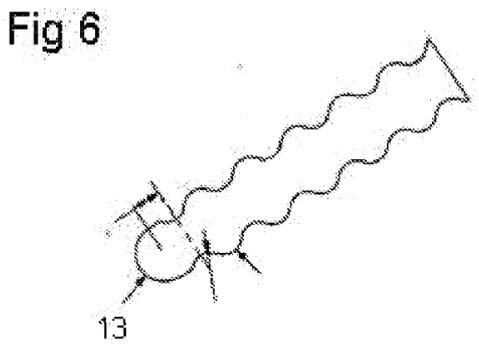
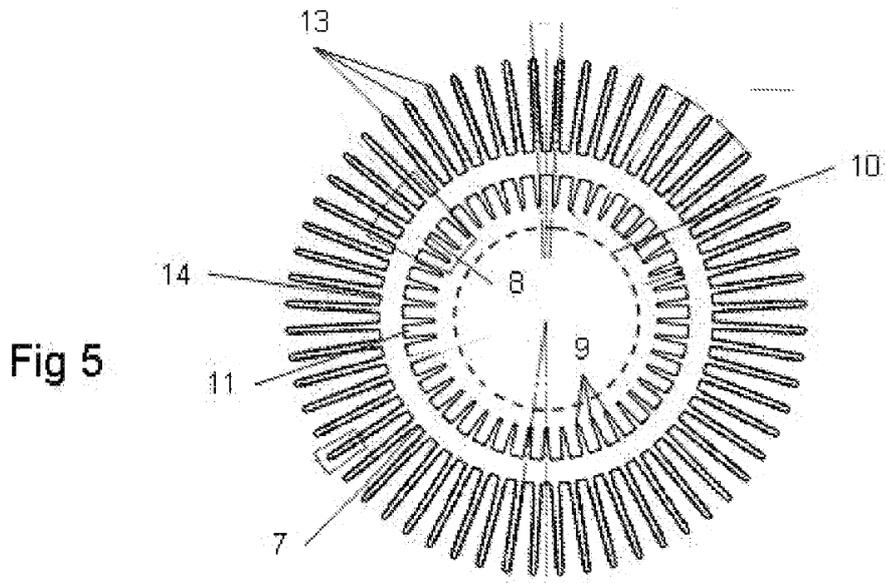


Fig 8

Fig 9

Disolvente	Punto de ebullición	Volumen de disolvente				
		50 mL	100 mL	250 mL	500 mL	1L
Éter dietílico	35					
DCM	40					
Acetona	57					
THF	66					
MeOH	65					
Cloroformo	61					
EtOAc	77					
Etanol	78					
Acetonitrilo	82					
Heptano	98					
Dioxano	101					

Fig 10

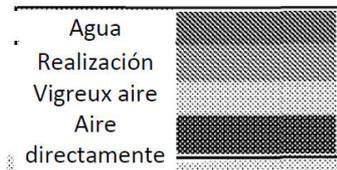
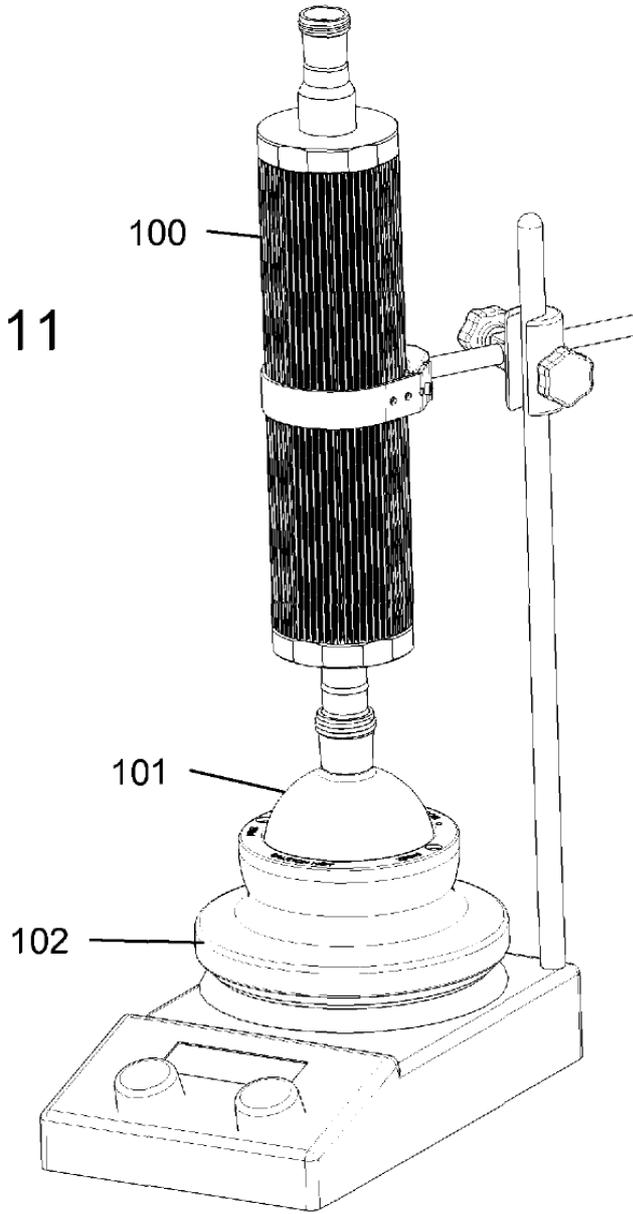
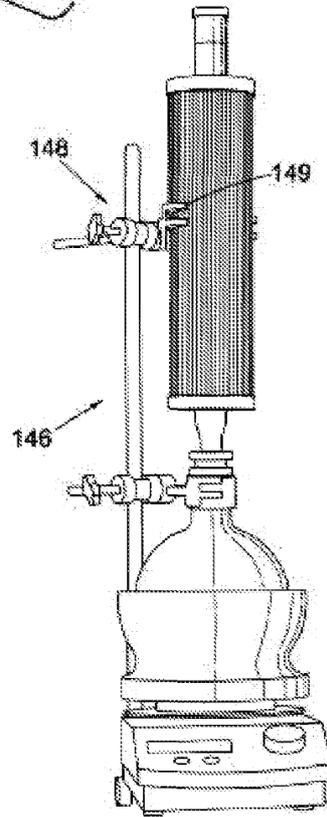
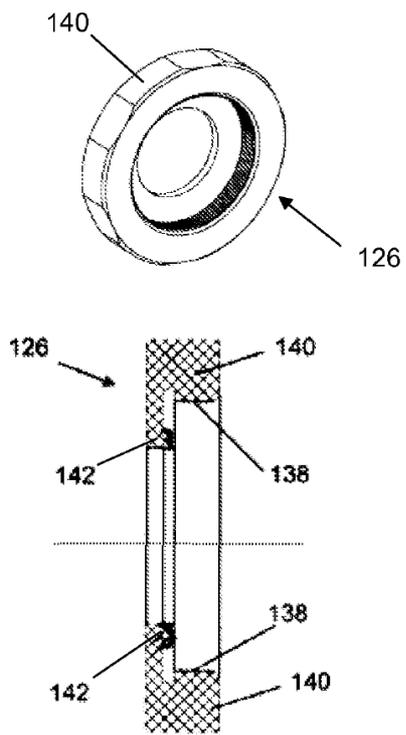
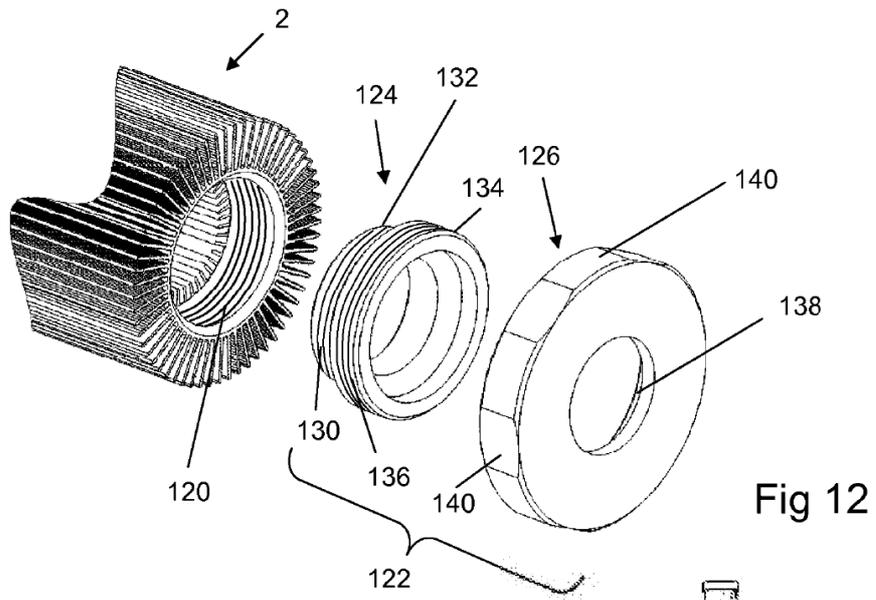


Fig 11





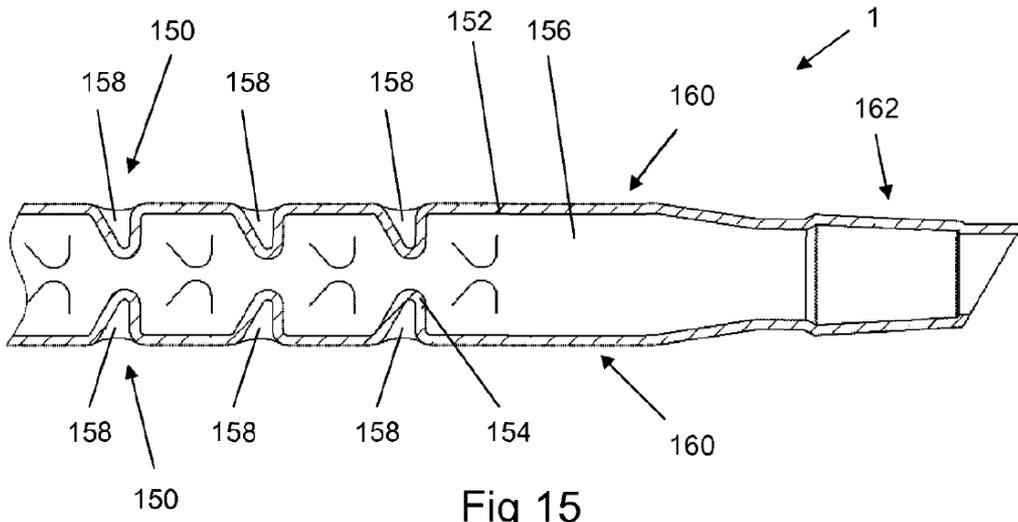


Fig 15

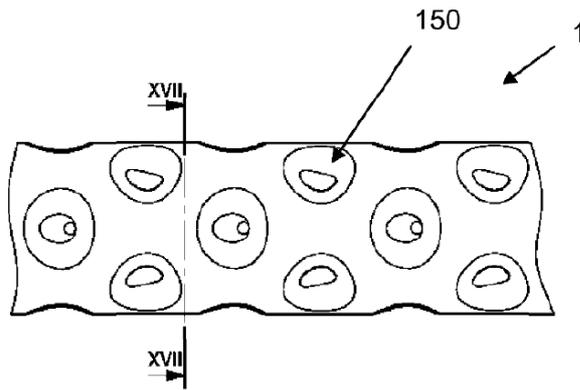


Fig 16

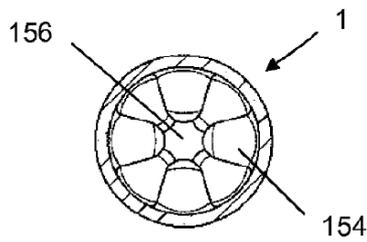


Fig 17 sección XVII-XVII