

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 861**

51 Int. Cl.:

F25J 1/00 (2006.01)

F28D 9/00 (2006.01)

F25J 3/04 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2022** **E 22211330 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2024** **EP 4209744**

54 Título: **Intercambiador de calor y aparato de separación que comprende un intercambiador de calor**

30 Prioridad:

07.01.2022 FR 2200107

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.04.2025

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE (100.00%)
75, Quai d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

DAVIDIAN, BENOIT

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 3 009 861 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

Intercambiador de calor y aparato de separación que comprende un intercambiador de calor

La presente invención hace referencia a un intercambiador de calor y a un aparato de separación que comprende un intercambiador de calor. El intercambiador de calor puede ser del tipo de flujo cruzado, pero también se puede aplicar a un intercambiador de contraflujo, como se describe para los subenfriadores en "Cryogenic Engineering", éd. B.A.Hands, Academic Press, 1986, pages 213-216, EP1338856 y DE102018009780.

La FIG.1 ilustra un aparato de separación que comprende una primera columna K1 que funciona a una primera presión y una segunda columna K2 diseñada para funcionar a una segunda presión inferior a la primera, estando la parte superior de la primera columna conectada térmicamente al depósito de la segunda columna y medios para suministrar aire purificado y enfriado 10 al menos a la primera columna.

Para crear reflujo en la segunda columna, el líquido B del depósito de la primera columna, enriquecido con oxígeno, se envía a un nivel intermedio de la segunda columna después del subenfriamiento y la expansión. Del mismo modo, el líquido C de la parte superior de la primera columna, enriquecido con nitrógeno, se envía a la parte superior de la segunda columna después del subenfriamiento, a menudo en el mismo subenfriador S que el líquido enriquecido con oxígeno y, a continuación, de la expansión. Estos dos líquidos se denominan, respectivamente, líquido rico y líquido pobre.

Los líquidos se enfrían por intercambio de calor con un caudal de gas nitrógeno A procedente de la segunda columna que se calienta en el subenfriador.

En un subenfriador de un aparato de separación de aire por destilación criogénica, en particular en una configuración de flujo cruzado, el enfriamiento del líquido pobre y del líquido rico tiene lugar en dos intercambiadores en serie, como en el documento US2840994. Estos intercambiadores se pueden integrar en un único intercambiador con secciones separadas. De este modo, el líquido rico se enfría a una temperatura superior a la temperatura de entrada del líquido pobre. La invención consiste en poder impulsar el enfriamiento del líquido rico sin crear un paso muerto en el intercambiador, lo que lo hace más compacto.

El líquido rico B procedente del depósito de la primera columna K1 sale del subenfriador S a una temperatura más fría que la temperatura de entrada del líquido pobre C procedente de la parte superior de la columna K1.

El oxígeno gaseoso 90 o líquido se extrae en la parte inferior de la columna K2 como producto.

Las FIG. 2A y FIG. 2B ilustran pasos que componen un intercambiador de calor de la técnica anterior con secciones diferentes para enfriar los líquidos B, C.

La FIG. 2A ilustra uno de los pasos 1 de la serie de n pasos donde:

- líquido B entra en una primera sección S_B del intercambiador S de acuerdo con la técnica anterior a través de una caja B1 y sale a través de una caja B2.
- líquido C entra en una segunda sección S_C del intercambiador S de acuerdo con la técnica anterior a través de una caja C1 y sale a través de una caja C2.

- Las dos secciones S_B y S_C están en serie

La FIG. 2B ilustra uno de los pasos 2 de la serie de $n+1$ o $2n$ pasos dedicados al gas A que recorre toda la longitud del intercambiador S de acuerdo con la técnica anterior, con el fin de calentar los pasos de FIG. 2A que están a ambos lados de los pasos de FIG. 2B. El gas desciende desde la entrada A1 y se calienta en una serie dedicada de pasos para llegar a la salida A2. De este modo, en la primera sección el gas A intercambia calor sólo con el líquido B y en la segunda sección el gas A intercambia calor sólo con el líquido C.

El intercambiador S se compone de una pila de pasos que combinan las 2 series de pasos, con un patrón normalmente como el siguiente: $(21)^*n^2$ o $(212)^*n'$, siendo n el número de repeticiones del patrón, mayor o igual a 1.

Las FIG. 3A y FIG. 3B ilustran pasos que componen un intercambiador de calor de la técnica anterior con secciones separadas para enfriar los líquidos B, C.

La FIG. 3A ilustra uno de los pasos 1 de la serie de n pasos dedicados al líquido B que entra en una primera sección S_B del intercambiador S a través de una caja B1 y sale a través de una caja B2. El área sombreada representa una zona muerta en la que no tiene lugar ningún intercambio de calor ya que no circula ningún fluido a través de ella.

5 La FIG. 3B ilustra uno de los pasos 2 de la serie de pasos p dedicados al líquido C que entra en una segunda sección S_C del intercambiador S a través de una caja C1 y sale a través de una caja C2. El área sombreada representa una zona muerta en la que no tiene lugar ningún intercambio de calor ya que no circula ningún fluido a través de ella.

10 La FIG. 3C ilustra uno de los pasos 3 de la serie de $n+p+1$ o $2n+2p$ pasos dedicados al gas A que recorre toda la longitud del intercambiador S con el fin de calentar los pasos de las FIG. 3A y FIG. 3B que están a ambos lados de los pasos de la FIG. 3C. El gas desciende desde la entrada A1 y se calienta en una serie dedicada de pasos para llegar a la salida A2. De este modo, en la primera sección el gas A intercambia calor sólo con el líquido B y en la segunda sección el gas A intercambia calor sólo con el líquido C.

El intercambiador S se compone de una pila de pasos que combina las tres series de pasos de las FIG. 3A, FIG. 3B y FIG. 3C con un patrón normalmente como este cuando $n=p$: $(3132)^n \cdot 3$ o $(313323)^n \cdot 1$, siendo n' el número de repeticiones del patrón, mayor o igual a 1.

15 Las FIG. 4A, FIG. 4B y FIG. 4C ilustran una variante de las FIG. 3A, FIG. 3B y FIG. 3C en la que el líquido B sale del intercambiador a una temperatura más fría que aquella a la que el líquido C entra en el intercambiador. De este modo, hay una sección central S_{BC} del intercambiador donde el gas A intercambia calor simultáneamente con los dos líquidos B, C. El documento WO 2021/019160A describe un intercambiador de calor con las características del preámbulo de la reivindicación 1.

20 De acuerdo con un objetivo de la invención, se proporciona un intercambiador de calor para permitir un intercambio de calor indirecto entre un primer y un segundo fluido a enfriar y al menos un tercer fluido a calentar, estando constituido el intercambiador por una pila de placas rectangulares separadas, teniendo la pila una longitud una anchura y una altura, teniendo las placas una longitud y una anchura que son respectivamente la longitud y la anchura de la pila, siendo las placas paralelas entre sí para definir entre dichas placas varios pasos que incluyen una primera serie de pasos para el flujo de al menos el primer y el segundo fluidos, una segunda serie de pasos para el flujo del tercer fluido que se colocará en relación de intercambio térmico con los fluidos primero y segundo, estando delimitados dichos pasos por bordes periféricos, comprendiendo el intercambiador tres secciones, definidas cada una de ellas por la altura y la anchura de la pila y una fracción de la longitud de la pila, comprendiendo las tres secciones una primera sección que comprende un extremo de la pila, una segunda sección y una tercera sección que comprende el otro extremo de la pila, estando la segunda sección entre la primera y la tercera secciones y estando yuxtapuestas al menos dos de las secciones primera, segunda y tercera, medios para taponar la primera serie de pasos donde se yuxtaponen las secciones primera y segunda y/o donde se yuxtaponen las secciones segunda y tercera, medios para introducir el primer fluido en los pasos de la primera serie en un extremo libre de la primera sección, medios para sacar el primer fluido de los pasos de la primera serie de la primera sección, medios para introducir el primer fluido sólo en una parte de los pasos de la primera serie en la segunda sección, medios para sacar el primer fluido de la parte de los pasos de la primera serie, medios para introducir el segundo fluido en otra parte, o incluso el resto de los pasos de la primera serie en la segunda sección, medios para sacar el segundo fluido de la otra parte o incluso del resto de los pasos de la primera serie en la segunda sección, medios para sacar el segundo fluido de la otra parte, incluso del resto de los pasos de la primera serie en la segunda sección, medios para introducir el segundo fluido en los pasos de la primera serie en la tercera sección, medios para sacar el segundo fluido de los pasos de la primera serie en el extremo libre de la tercera sección, medios para introducir el tercer fluido en la tercera sección, medios para hacer pasar el tercer fluido de forma sucesiva a través de las secciones tercera, segunda y primera y medios para retirar el tercer fluido de la primera sección.

De acuerdo con otros aspectos opcionales:

45 - n pasos de la primera serie se dedican al primer fluido en la primera sección y n-m pasos de la primera serie se dedican al primer fluido en la segunda sección.

- no hay ningún paso conectado para el flujo del primer fluido en la tercera sección.

- n pasos de la primera serie se dedican al segundo fluido en la tercera sección y q donde $q \leq m$ pasos de la primera serie se dedican al segundo fluido en la segunda sección.

50 - $q \neq m$

- n pasos de la primera serie se dedican al segundo fluido en la tercera sección y m donde $m < n$ pasos de la primera serie se dedican al segundo fluido en la segunda sección.

- no se conecta ningún paso para el flujo del segundo fluido en la primera sección.
 - el número de pasos de la primera serie dedicados al primer fluido en la primera sección es n y el número de pasos de la primera serie dedicados al primer fluido en la segunda sección es $n/2$.
 - el número de conductos dedicados al segundo fluido en la segunda sección es $n/2$ y el número de pasos dedicados al segundo fluido en la tercera sección es n .
 - el intercambiador de calor está diseñado para enfriar sólo dos fluidos
 - las placas son de aluminio y están separadas entre sí por aletas que forman canales en los pasos; las placas y las aletas están soldadas entre sí.
 - el intercambiador comprende únicamente la primera y la segunda serie de pasos.
 - el intercambiador de calor comprende una tercera serie de pasos para calentar un cuarto fluido
 - la primera serie de pasos comprende al menos un primer paso formado entre dos placas sucesivas y al menos un segundo paso formado entre dos placas sucesivas, cada una de las cuales es adyacente a un paso de la segunda serie
- De acuerdo con otro objetivo de la invención, se proporciona un aparato de separación de aire que comprende una primera columna diseñada para funcionar a una primera presión y una segunda columna diseñada para funcionar a una segunda presión inferior a la primera presión, estando la parte superior de la primera columna conectada térmicamente al depósito de la segunda columna, medios para enviar aire purificado y enfriado al menos a la primera columna, medios para enviar un primer fluido, que es un líquido, desde el depósito de la primera columna a la segunda columna, medios para enviar un segundo fluido, que es un líquido, desde la parte superior de la primera columna a la segunda columna, medios para extraer un tercer fluido, que es un gas enriquecido con nitrógeno, de la segunda columna, medios para extraer un fluido enriquecido con oxígeno de la segunda columna y un intercambiador de calor como el descrito anteriormente conectado a los medios para enviar el primer fluido desde el depósito de la primera columna a la segunda columna, a los medios para enviar el segundo fluido desde la parte superior de la primera columna a la segunda columna y a los medios para retirar el tercer fluido de la segunda columna para permitir que al menos el tercer fluido se caliente por intercambio de calor indirecto con al menos los fluidos primero y segundo que se están enfriando. La invención consiste, en una zona central del intercambiador donde coexisten el líquido rico y el líquido pobre, en superponer los dos fluidos en el intercambiador asignando algunos de los pasos a un fluido y al menos algunos de los otros pasos al otro fluido, por ejemplo, dividiendo por 2 el número de pasos para cada fluido, con una caja de redistribución exterior que permite pasar de n pasos a $n/2$ en esta zona central.
- De este modo se evitan las zonas muertas en el intercambiador, que se vuelve más eficaz y compacto. La invención se aplica a un intercambiador de flujo cruzado, pero también se puede aplicar a un intercambiador a contraflujo.
- Se entenderá que el intercambiador también se puede utilizar para calentar un tercer líquido. La invención se describirá con más detalle con la ayuda de las figuras siguientes:
- La FIG. 5A ilustra uno de los pasos 1 de la 1ª serie de pasos dedicados al enfriamiento de líquidos en el intercambiador.
- La FIG. 5B ilustra otro de los pasos 2 de la 1ª serie de pasos dedicados al enfriamiento de líquidos en el intercambiador.
- La FIG. 4C ilustra uno de los pasos 3 de la 2ª serie de pasos dedicados al calentamiento de un gas en el intercambiador.
- Un intercambiador de calor de acuerdo con la invención está constituido por una pila de placas rectangulares separadas, teniendo la pila una longitud, una anchura y una altura, teniendo las placas una longitud y una anchura que son respectivamente la longitud y la anchura de la pila, siendo las placas paralelas entre sí para definir entre dichas placas varios pasos.
- Los conductos comprenden una primera serie de conductos para el flujo de los fluidos primero y segundo y una segunda serie de pasos para el flujo de un tercer fluido que se colocará en relación de intercambio de calor con los fluidos primero y segundo.

En el caso descrito, el intercambiador comprende únicamente la primera y la segunda serie. En otros casos, se pueden enfriar más de dos líquidos.

La primera serie de pasos comprende al menos un primer paso 1 formado entre dos placas sucesivas y al menos otro segundo pasaje 2 formado entre dos placas sucesivas, cada una de las cuales es adyacente a un paso de la segunda serie.

Los pasos están delimitados por bordes periféricos.

El intercambiador comprende tres secciones, cada una de las cuales está definida por la altura y la anchura de la pila y una fracción de la longitud de la pila; las tres secciones comprenden una primera sección que comprende un extremo de la pila, una segunda sección y una tercera sección que comprende el otro extremo de la pila; la segunda sección se encuentra entre la primera y la tercera secciones y la primera, la segunda y la tercera secciones están yuxtapuestas en este ejemplo.

En las secciones extremas del intercambiador, todos los pasos de la primera serie reciben preferiblemente un único líquido a enfriar. En al menos una sección central, sólo algunos de los pasos de la primera serie son alimentados por el líquido B, mientras que otros, o incluso el resto, son alimentados por el líquido C.

En la FIG. 5A, se observa uno de los pasos 1 de la primera serie de pasos del intercambiador de calor donde los líquidos B y C son enfriados, y en la FIG. 5B, se muestra otro de los pasos 2 de la primera serie de pasos del intercambiador de calor donde los líquidos B y C son enfriados. Cada uno de estos pasos está en contacto con un paso 3 de calentamiento de gas A según se muestra en la FIG. 5C.

Cada serie de pasos comprende una primera sección S_B , una segunda sección S_{BC} y una tercera sección S_C . El subíndice de referencia indica qué líquido se enfría en la sección: de este modo, sólo el líquido B se enfría en la primera sección S_B , ambos líquidos B, C se enfrían en la segunda sección S_{BC} y sólo el líquido C se enfría en la tercera sección S_C .

Estudiando las FIG. 5A y FIG. 5B, el líquido B entra en el intercambiador por el extremo inferior que constituye el extremo caliente en los pasos de cada una de las figuras de la primera sección S_B . La caja de entrada B1 comunica con todos los pasos y otros pasos 1 y 2 permitiendo la circulación, en esencia, en una dirección perpendicular al eje del intercambiador. El líquido B parcialmente subenfriado sale de la primera sección S_B en una caja R1 que no permite que el líquido B circule por los pasos 1 de FIG. 5A sino que lo envía a los otros pasos 2 de FIG. 5B donde circula por parte de todos los pasos, en este caso la mitad, de la segunda sección S_{BC} . Acto seguido, el líquido B sale del intercambiador por la caja B2 de los otros pasos 2 de FIG. 5B y no atraviesa los pasos de la tercera sección S_C .

De manera similar, el líquido C entra directamente en la segunda sección S_{BC} sin atravesar la primera sección S_B . El líquido C se enfría sólo en los otros pasos 2 de FIG. 5A y no en los pasos 1 de la FIG. 5B en la segunda sección S_{BC} . Acto seguido, la caja R2 distribuye el líquido C parcialmente enfriado por todos los pasos y otros pasos 1 y 2 de las FIG. 5A y FIG. 5B, para salir de la caja C2 completamente enfriado.

El gas A recorre de forma sucesiva el intercambiador en las secciones tercera, segunda y primera y se calienta en la primera sección.

Por tanto, las tres secciones comprenden una primera sección que comprende un extremo de la pila, una segunda sección y una tercera sección que comprende el otro extremo de la pila, estando la segunda sección entre las secciones primera y tercera. Cada una de las tres secciones se define por la altura y la anchura de la pila y una fracción de la longitud de la pila.

La invención se describe en este caso con el mismo número de pasos en la segunda sección para los líquidos B, C, por ejemplo, líquido rico y líquido pobre de un aparato de separación de aire. Se puede extrapolar con diferentes números de pasos y fluidos diferentes o adicionales.

El intercambiador comprende una primera serie de pasos formada por los pasos 1 y otros pasos 2 de las FIG. 5A y FIG. 5B, y una segunda serie de pasos formada por los pasos 3 de la FIG. 4C.

El intercambiador S está compuesto por una pila de pasos que combinan las dos series de pasos, con un patrón normalmente como el siguiente: $(3132)^*n^3$ o $(313323)^*n^1$, siendo n^1 el número de repeticiones del patrón, mayor o igual a 1.

En la configuración del intercambiador, no hay zona muerta sin intercambio térmico.

El intercambiador de calor se divide en 3 secciones:

- Una sección S_B en la que sólo circula el líquido rico B
- Una sección común S_{BC} en la que coexisten el líquido rico B y el líquido pobre C
- Una sección S_C en la que sólo circula el líquido pobre C

- 5 En el ejemplo concreto de separación del aire, el líquido rico B entra por la parte inferior en n pasos de la sección S_B y, a continuación, sale a una caja externa, para volver a entrar en una parte, por ejemplo, $n/2$, de los pasos de la parte inferior de la sección común S_{BC} y, acto seguido, salir por la parte superior de la zona común.

- 10 El líquido pobre C entra en algunos o todos los pasos, por ejemplo, $n/2$ pasos en la parte inferior de la sección común S_{BC} y, a continuación, sale a una caja externa en la parte superior de la sección común, y de nuevo entra en n pasos en la parte inferior de la sección S_C , para salir acto seguido en la parte superior de la sección S_C .

Las cajas exteriores R1, R2 permiten modificar el número de pasos por los que circula el fluido a lo largo del intercambiador.

Las entradas/salidas B1, B2, C1, C2 pueden estar en la misma cara o en caras opuestas en función del número de pasadas.

- 15 El principio se puede ampliar a un número diferente de pasos entre el líquido rico y el líquido pobre, y la distribución en la zona común puede ser distinta de mitad y mitad.

También puede haber fluidos distintos del líquido rico y el líquido pobre, normalmente aire líquido, nitrógeno líquido y oxígeno líquido. Del mismo modo, se puede utilizar nitrógeno puro además de nitrógeno residual.

- 20 El intercambiador comprende paredes P que bloquean la primera serie de pasos donde las secciones primera y segunda están yuxtapuestas y/o donde las secciones segunda y tercera están yuxtapuestas.

Preferiblemente, las placas del intercambiador son de aluminio y están separadas entre sí por aletas que forman canales en los pasos, estando las placas y aletas soldadas entre sí.

El intercambiador de acuerdo con la invención puede ser del tipo de flujo cruzado, pero también se puede aplicar a un intercambiador de contraflujo.

- 25 El intercambiador se puede integrar en un aparato de separación de aire que comprenda una primera columna diseñada para funcionar a una primera presión y una segunda columna diseñada para funcionar a una segunda presión inferior a la primera presión, estando la parte superior de la primera columna térmicamente unida al depósito de la segunda columna, y medios para enviar aire purificado y enfriado al menos a la primera columna, medios para enviar un primer fluido B, que es un líquido, desde el depósito de la primera columna a la segunda columna, medios para enviar un segundo fluido C, que es un líquido, desde la parte superior de la primera columna a la segunda columna, medios para extraer un tercer fluido A, que es un gas enriquecido con nitrógeno, de la segunda columna, medios para retirar un fluido enriquecido con oxígeno de la segunda columna. El intercambiador de calor se conecta para permitir el calentamiento del tercer fluido por intercambio de calor indirecto con los fluidos primero y segundo, preferiblemente con su eje principal vertical.
- 30

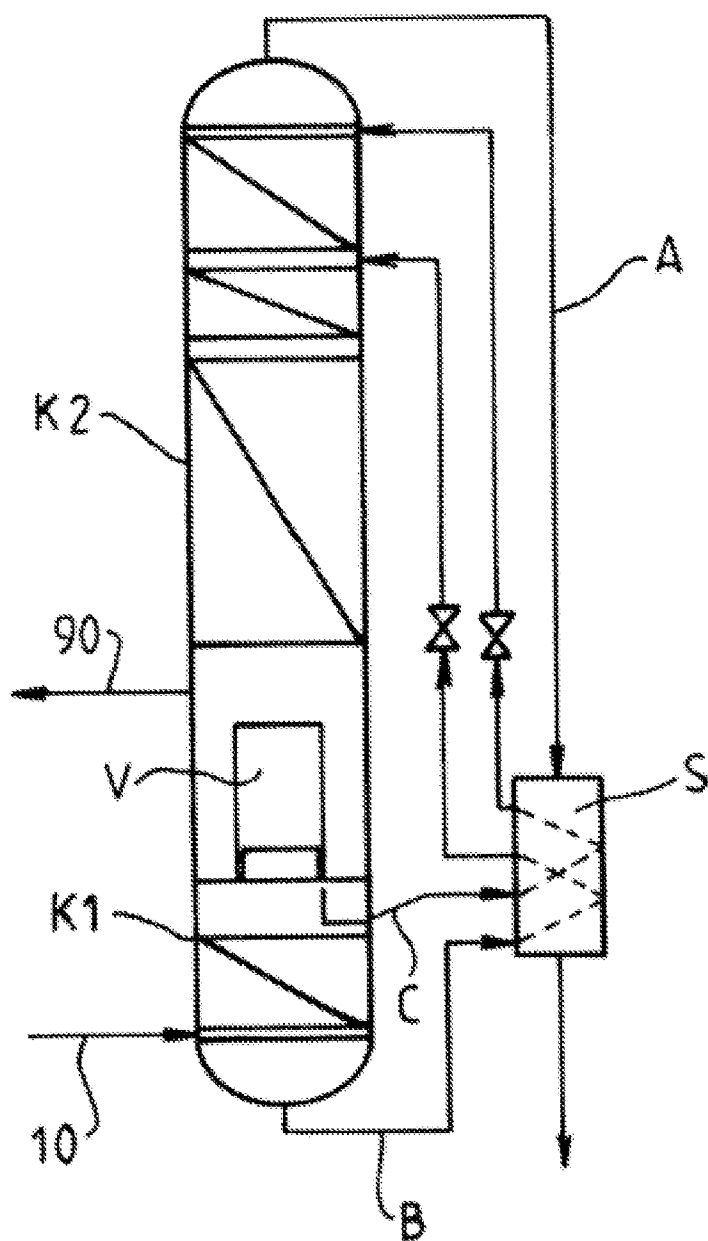
- 35 El intercambiador de calor se puede utilizar para calentar al menos dos fluidos, por ejemplo, dos caudales de gas nitrógeno, añadiendo al menos una serie adicional de pasos de calentamiento o compartiendo los pasos de la segunda serie. El intercambiador de calor se puede utilizar para enfriar al menos tres fluidos compartiendo los pasos de la segunda sección en al menos tres.

REIVINDICACIONES

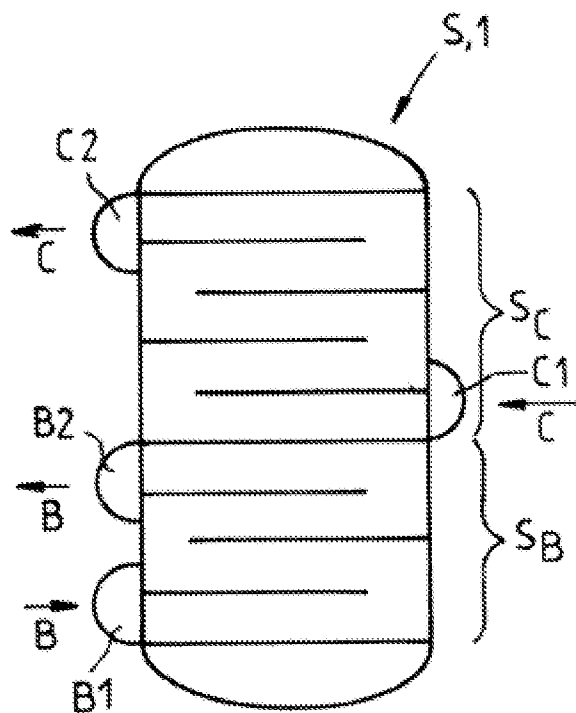
1. Intercambiador de calor que permite el intercambio indirecto de calor entre un primer y un segundo fluidos (B, C) a enfriar y al menos un tercer fluido (A) a calentar, estando constituido el intercambiador por una pila de placas rectangulares separadas, teniendo la pila una longitud, una anchura y una altura, las placas tienen una longitud y una anchura que son respectivamente la longitud y la anchura de la pila, las placas son paralelas entre sí para definir entre dichas placas varios pasos que incluyen una primera serie de pasos (1, 2) para el flujo de al menos el primer y el segundo fluidos, una segunda serie de pasos (3) para el flujo del tercer fluido que se colocará en relación de intercambio térmico con los fluidos primero y segundo, estando dichos pasos delimitados por bordes periféricos, comprendiendo el intercambiador tres secciones definidas cada una de ellas por la altura y la anchura de la pila y una fracción de la longitud de la pila, las tres secciones comprenden una primera sección (SB) que comprende un extremo de la pila, una segunda sección (SBC) y una tercera sección (SC) que comprende el otro extremo de la pila, medios (B1) para introducir el primer fluido en los pasos de la primera serie en un extremo libre de la primera sección, medios (R1) para sacar el primer fluido de los pasos de la primera serie de la primera sección, medios para sacar el primer fluido (B2) de la parte de los pasos de la primera serie, medios para introducir el segundo fluido (C1) en otra parte, o incluso en el resto de los pasos de la primera serie de la segunda sección, medios (R2) para sacar el segundo fluido de la otra parte, o incluso en el resto de los pasos de la primera serie de la segunda sección, medios (R2) para introducir el segundo fluido en los pasos de la primera serie de la tercera sección, medios (C2) para sacar el segundo fluido de los pasos de la primera serie en el extremo libre de la tercera sección, medios para introducir el tercer fluido en la tercera sección, medios para hacer pasar de forma sucesiva el tercer fluido a través de las secciones tercera, segunda y primera y medios para retirar el tercer fluido de la primera sección, caracterizado por que la segunda sección está entre las secciones primera y tercera y al menos dos de las secciones primera, segunda y tercera están yuxtapuestas, medios (P) que bloquean la primera serie de pasos donde se yuxtaponen las secciones primera y segunda y/o donde se yuxtaponen las secciones segunda y tercera, y medios (R1) para introducir el primer fluido sólo en algunos de los pasos de la primera serie en la segunda sección.
2. Intercambiador de acuerdo con la reivindicación 1, en el que n pasos de la primera serie están dedicados al primer fluido en la primera sección (SB) y n-m pasos de la primera serie están dedicados al primer fluido en la segunda sección (SBC).
3. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el que no hay ningún paso se conecta para el flujo del primer fluido en la tercera sección (SC).
4. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes en el que n pasos de la primera serie están dedicados al segundo fluido en la tercera sección (SC) y m donde $m < n$ pasos de la primera serie están dedicados al segundo fluido en la segunda sección (SBC).
5. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que no hay ningún paso conectado para el flujo del segundo fluido en la primera sección (SB).
6. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el número de pasos de la primera serie dedicados al primer fluido en la primera sección (SB) es n y el número de pasos de la primera serie dedicados al primer fluido en la segunda sección (SBC) es $n/2$.
7. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el número de pasos dedicados al segundo fluido en la segunda sección (SBC) es $n/2$ y el número de pasos dedicados al segundo fluido en la tercera sección (SC) es n.
8. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que las placas son de aluminio y están separadas entre sí por aletas que forman canales en los pasos, estando las placas y las aletas soldadas entre sí.
9. Intercambiador de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes que comprende únicamente la primera y la segunda serie de conductos (1, 2, 3).
10. Aparato de separación de aire que comprende una primera columna (K1) diseñada para funcionar a una primera presión y una segunda columna (K2) diseñada para funcionar a una segunda presión inferior a la primera presión, estando la parte superior de la primera columna conectada térmicamente al depósito de la segunda columna, medios para enviar aire purificado y enfriado (10) al menos a la primera columna, medios para enviar un primer fluido (B), que es un líquido, desde el depósito de la primera columna a la segunda columna, medios para enviar un segundo fluido (C), que es un líquido, desde la parte superior de la primera columna a la segunda columna, medios para extraer un tercer fluido (A), que es un gas enriquecido con nitrógeno, de la segunda columna, medios para extraer un fluido enriquecido con oxígeno (90) de la segunda columna y un intercambiador de calor (S) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes conectado a los medios para enviar el primer fluido desde el depósito de la primera

columna a la segunda columna, a los medios para enviar el segundo fluido desde la parte superior de la primera columna a la segunda columna y a los medios para retirar el tercer fluido de la segunda columna para permitir que al menos el tercer fluido se caliente por intercambio de calor indirecto con al menos el primer y segundo fluidos que se están enfriando.

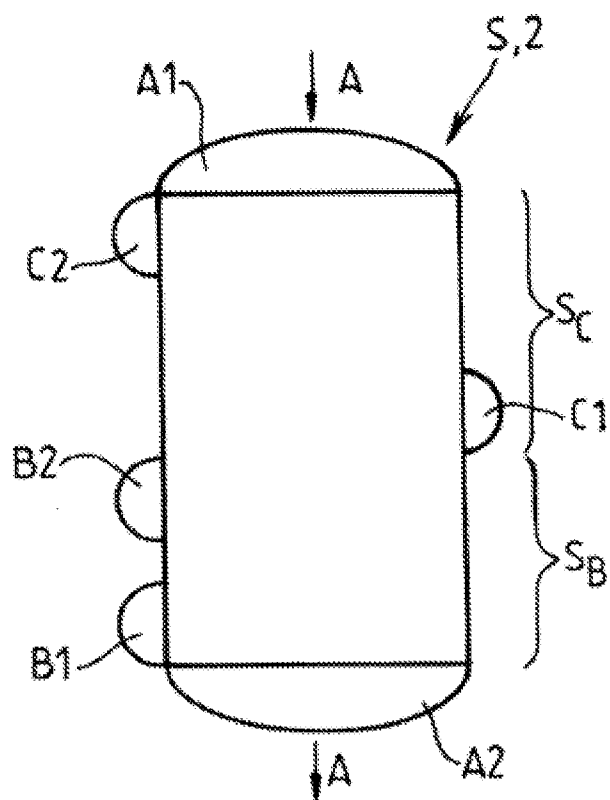
[FIG.1]



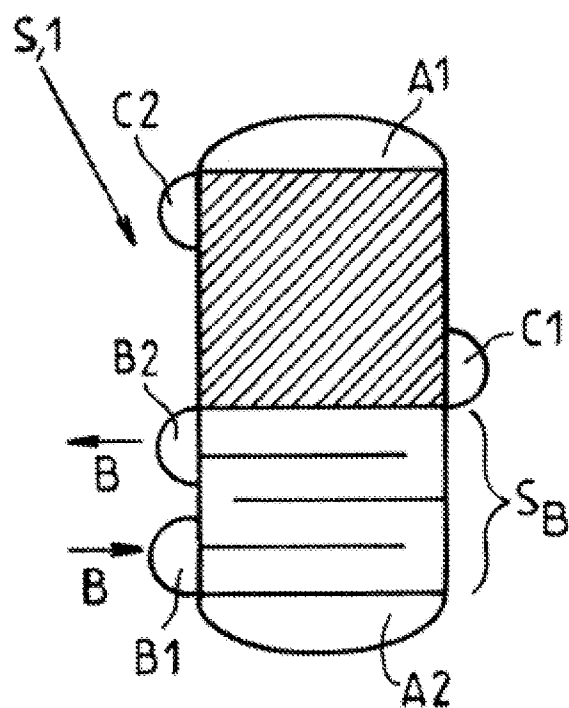
[FIG.2A]



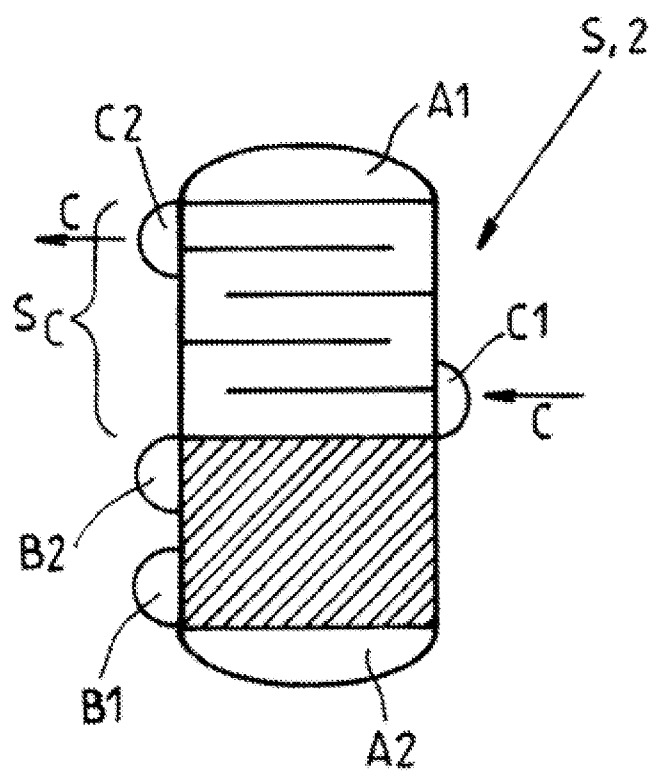
[FIG.2B]



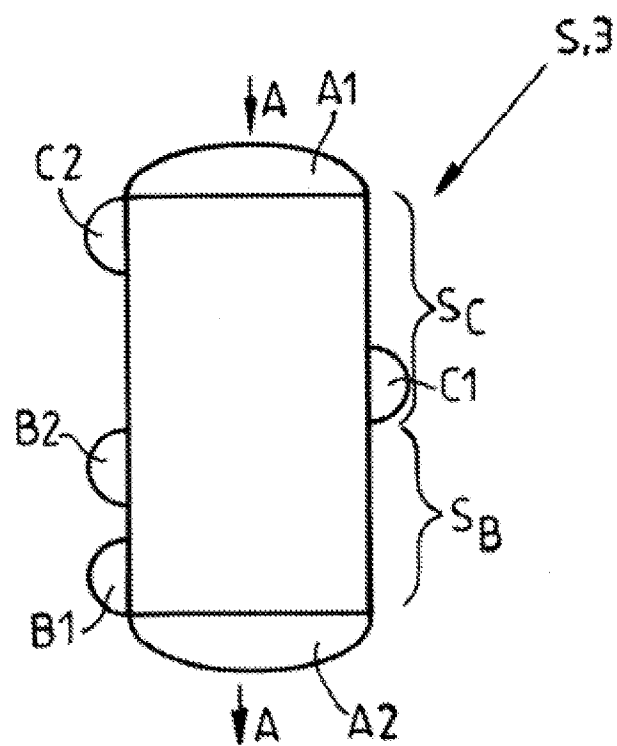
[FIG.3A]



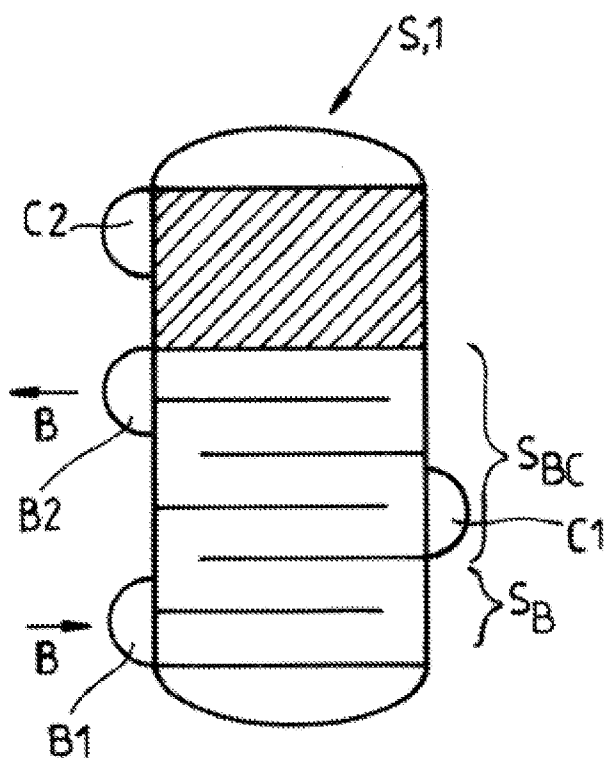
[FIG.3B]



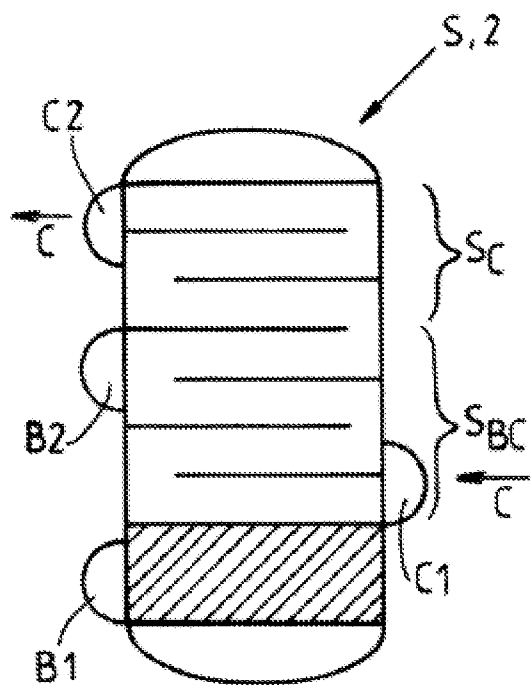
[FIG.3C]



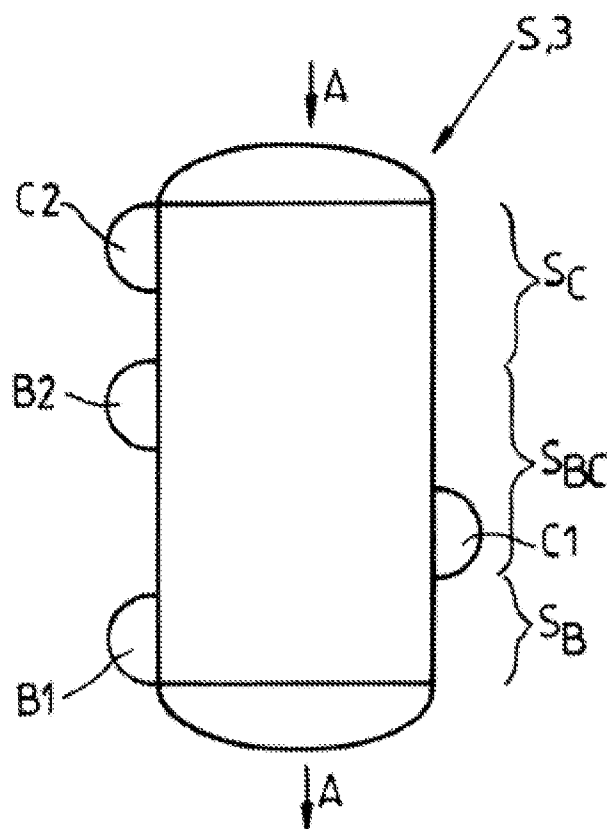
[FIG.4A]



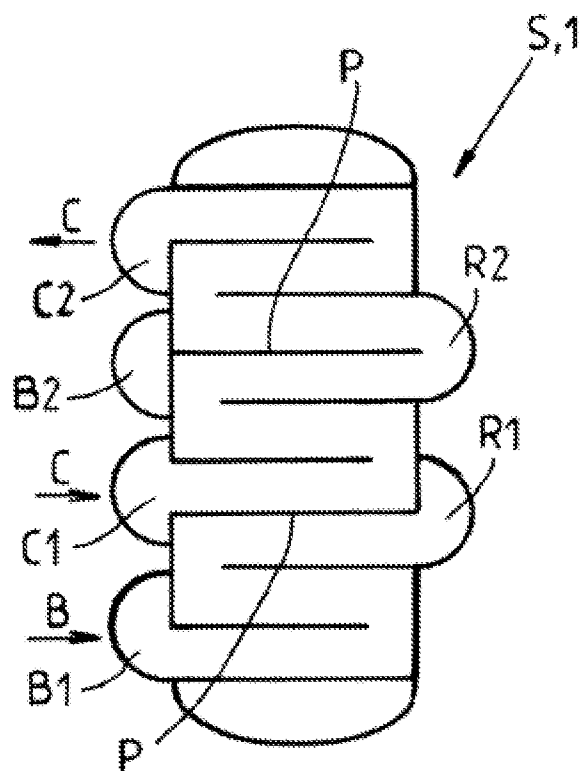
[FIG.4B]



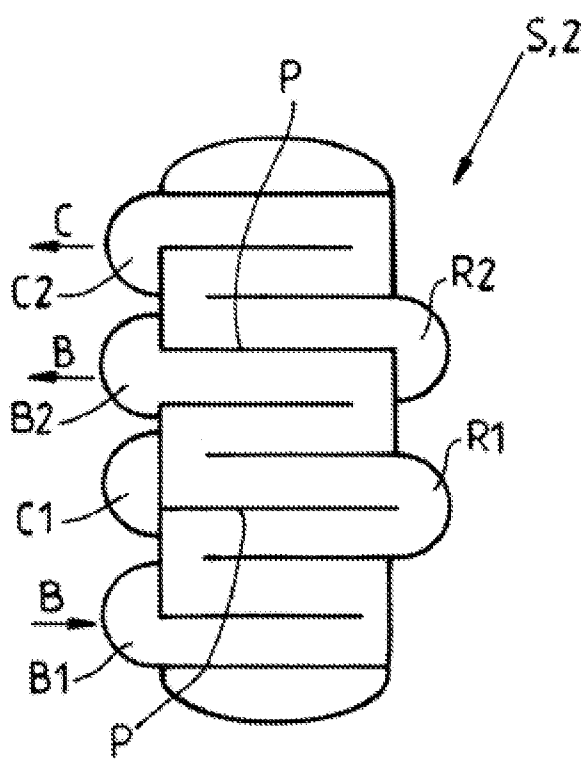
[FIG.4C]



[FIG.5A]



[FIG.5B]



[FIG.5C]

