(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 543 715**

(51) Int. CI.:

B01D 53/26 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2007 E 07710573 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 1996315**

(54) Título: **Dispositivo de secado de gas comprimido y método correspondiente**

(30) Prioridad:

17.03.2006 BE 200600169

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.08.2015

(73) Titular/es:

ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE VENNOOTSCHAP (100.0%)
BOOMSESTEENWEG 957
2610 WILRIJK, BE

(72) Inventor/es:

HUBERLAND, FILIP GUSTAFF M.

(74) Agente/Representante:

POLO FLORES, Luis Miguel

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

Dispositivo de secado de gas comprimido y método correspondiente

[0001] La presente invención se refiere a un dispositivo de secado de gas comprimido y método correspondiente.

[0002] En concreto, la invención se refiere a un dispositivo de secado de gas comprimido que principalmente consiste en un suministro de gas comprimido, al menos dos recipientes de presión que están rellenos de un desecante u que están provistos de una primera entrada y salida y un punto de descarga para usuarios de gas comprimido seco, conforme al cual estos recipientes de presión se usan alternativamente como recipiente de secado para secar el gas y como recipiente de regeneración para regenerar el desecante en el recipiente en cuestión.

[0003] Ya se conocen tales dispositivos en los que el gas comprimido a secar primero se guía a través de un primer recipiente de secado a presión a fin de ser secado por el desecante y en los que al menos una parte de este gas comprimido seco, ya sea o no tras la expansión, es enviado a través de un segundo recipiente de presión regeneradora a fin de absorber humedad del desecante y por tanto regenerar este desecante.

[0004] Una vez que el desecante en el recipiente de presión secante está saturado, se invierte la secuencia de flujo a través de los recipientes de presión, de modo que el primer recipiente de presión se convierte en un recipiente regenerante, mientras que el segundo recipiente de presión se convierte en un recipiente de presión secante.

[0005] Por consiguiente, usando alternativamente los recipientes de presión arriba mencionados como recipientes de presión regeneradores, un recipiente de presión se regenera cada vez, mientras que el otro recipiente de presión asegura que se seque el gas comprimido.

[0006] Ya se conocen tales dispositivos, que están hechos como los llamados “secadores por adsorción sin pérdidas”, en los que se dispone un desecante impermeable en los recipientes de presión, tal como por ejemplo gel de sílice u óxido de aluminio activado (alúmina) y en donde, a fin de regenerar el desecante, se guía el gas caliente directamente a través del recipiente de presión regenerante a fin de absorber humedad del desecante, tras lo cual se enfría el gas húmedo y, por medio de un separador de agua secador por adsorción, se envía al recipiente de presión secante a fin de ser secado por el desecante.

[0007] Por el término **“**secadores por adsorción sin pérdidas” han de entenderse secadores en los cuales se seca el desecante en el recipiente de presión regenerante mediante el calor de compresión del gas comprimido.

[0008] Por el término desecante impermeable se ha de entender un desecante que en este caso no está degradado bajo la influencia de agua líquida libre que pueda estar presente en el gas comprimido o que podría generarse debido a la condensación en el desecante del agua que está presente como vapor en el gas comprimido.

[0009] Se requiere tal desecante impermeable para secadores por adsorción sin pérdidas, ya que el punto de rocío del gas comprimido que entra en el recipiente de regeneración puede ser más alto que la temperatura del desecante, como resultado de lo cual la humedad presente en dicho gas puede precipitarse sobre el desecante.

[0010] Una desventaja de tales dispositivos conocidos es que no hacen posible obtener puntos de rocío de baja presión para el gas comprimido de por ejemplo -70 °C o inferiores.

[0011] También son conocidos dispositivos que están hechos como los llamados secadores PSA (adsorción por cambio de presión), en los que el gas comprimido es enviado a través del recipiente de presión secante a fin de ser secado por el desecante y ser posteriormente guiado al punto de descarga para usuarios de aire comprimido seco.

[0012] En este caso, se desvía una parte de, por ejemplo, 15 a 20 % del gas a secar en el recipiente de presión secante y se expande a una presión menor para posteriormente guiarla a través del recipiente de presión regenerante a fin de regenerar el desecante ahí disponible.

[0013] Un dispositivo tal es desfavorable puesto que consume una gran parte del flujo de gas comprimido suministrado, en concreto en un orden de magnitud de 15 a 20 % de este flujo a una presión de funcionamiento típica de 7 bares, como resultado de lo cual el consumo de energía es grande.

[0014] Otra desventaja de tal dispositivo conocido es que, debido a la gran pérdida de aire comprimido, debe ser sobredimensionado a fin de ser capaz de suministrar un cierto flujo de aire comprimido secado.

[0015] Una desventaja adicional de tales dispositivos conocidos es que el flujo requerido de gas de regeneración es inversamente proporcional a su presión de funcionamiento, lo cual implica que a presiones menores, el consumo de gas comprimido aumentará del lado del secador.

[0016] Otro dispositivo conocido usado para regenerar un desecante en un recipiente de presión se describe en el documento de patente francesa FR 2 084 301 A. Tal dispositivo comprende dos recipientes de presión con dos secciones cada uno: en la primera sección se absorbe agua del gas a purificar y en la segunda sección se absorbe dióxido de carbono. Se consigue la regeneración del desecante mediante el envío de un gas de reactivación calentado en una dirección opuesta a la dirección de absorción. El gas está siendo calentado y guiado a través por medio de un soplador. En otro ejemplo, EP 0 004 465 A, la regeneración del desecante se consigue mediante el residuo de nitrógeno que es calentado con un calentador eléctrico. En otro ejemplo más, la patente estadounidense US 4 233 038, se presenta un método de regeneración de dos pasos: en el primer paso se conduce una corriente calentada de gas de regeneración purificado a través de la zona absorbente de agua hasta que la temperatura del flujo de gas que sale de la zona absorbente de agua aumente hasta un valor de consigna, mientras que en el segundo paso, se alimenta un flujo de gas frío en la entrada de la primera zona, empujando el calor allí contenido a la segunda zona.

[0017] Todos los dispositivos descritos en estos tres documentos de patente requieren un calentador para aumentar la temperatura del flujo de gas usado para alimentar los recipientes de presión y ninguno de ellos usa el calor de la compresión del gas.

[0018] Finalmente, también se conocen dispositivos para secado de gas comprimido en los que una parte de típicamente 8 a 10 % del gas comprimido, tras la expansión y calentamiento, se usa para regenerar el recipiente de presión saturado con humedad.

[0019] Una desventaja de un dispositivo así es que, como el desecante solo es efectivo cuando la temperatura no es muy alta, por ejemplo a menos de 50 °C, mientras que se regenera a alta temperatura se requiere un ciclo adicional durante el cual el desecante es enfriado inmediatamente tras su regeneración.

[0020] Para este enfriado, a menudo se hace uso de una parte expandida del gas comprimido seco en la salida del dispositivo cuya potencia de refrigeración es pequeña y como resultado de lo cual dicho gas tendrá que ser enviado durante más tiempo a través del recipiente de presión con el desecante recién regenerado.

[0021] A menudo, al final del ciclo de enfriamiento, una cantidad relativamente grande de calor residual seguirá estando presente en el desecante, lo cual inicialmente provoca un mal secado, como resultado de lo cual, al intercambiar los recipientes de presión, es decir, cuando el recipiente de presión secante se convierte en el recipiente de presión regenerante y viceversa, pueden darse picos altos de punto de rocío en el gas comprimido en la salida del dispositivo.

[0022] La presente invención pretende remediar una o varias de las desventajas arriba mencionadas y otras desventajas.

[0023] Con este objeto, la presente invención se refiere a un dispositivo de secado de gas comprimido, que principalmente consiste en un suministro de gas comprimido caliente a secar, al menos dos recipientes de presión que están rellenos de un desecante y que están provistos de una primera entrada y una salida y un punto de descarga para usuarios de gas comprimido seco, conforme al cual estos recipientes de presión se usan alternativamente como recipiente de secado para secar el gas y como recipiente de regeneración para regenerar el desecante en el recipiente en cuestión, en el que se disponen al menos dos capas de desecante en los recipientes de presión arriba mencionados, respectivamente una primera capa de desecante impermeable y una segunda capa de un desecante que no necesariamente ha de ser impermeable, y en donde los recipientes de presión arriba mencionados están provistos de una segunda entrada que también está conectada a dicho suministro de gas comprimido seco caliente para regenerar el desecante de la primera capa mediante el calor de compresión de este gas comprimido seco y en el que la primera entrada arriba mencionada está dispuesta enfrente de la primera capa de desecante impermeable, mientras que la salida arriba mencionada está dispuesta enfrente de la segunda capa de desecante

[0024] Una gran ventaja de un dispositivo de acuerdo con la invención es que hace posible obtener un punto de rocío con muy baja presión del gas comprimido con un bajo consumo de energía puesto que la primera capa de desecante arriba mencionada puede ser regenerada "sin pérdidas" por medio del calor de compresión del gas comprimido, mientras que para la segunda capa de desecante arriba mencionada, se puede hacer uso por ejemplo de un tamiz molecular que permita obtener puntos de rocío a presión de −70 °C o menos, y el cual se regenera mediante una parte del gas comprimido seco el cual tras ser expandido y calentado, es guiado a través de esta segunda capa de desecante.

[0025] Una ventaja adicional es que la parte arriba mencionada del gas comprimido seco para regenerar la segunda capa del desecante también se puede emplear para llevar a cabo un secado adicional de la primera capa de desecante durante el ciclo de regeneración.

[0026] Otra ventaja de un dispositivo según la invención es que se pueden enfriar los recipientes de presión mediante el envío de gas comprimido, tras el enfriado, a través del recipiente de presión a refrigerar, de manera que no se pierda nada del flujo de gas, mientras que aun así se puede obtener un ciclo de refrigeración eficiente y corto, como resultado de lo cual se prolonga la vida del desecante, como ha quedado demostrado en la práctica.

[0027] La presente invención también se refiere a un método para secar un gas comprimido mediante un dispositivo según la invención como se describe arriba, en el que se envía este gas comprimido a través de un recipiente de presión y en el que el recipiente de presión arriba mencionado está provisto de al menos dos capas de desecante, respectivamente una primera capa de desecante hecha de un material impermeable y una segunda capa de un desecante que no necesariamente ha de ser impermeable, y en donde antes del secado, primero se guía el gas a través de la primera capa de desecante arriba mencionada y posteriormente a través de la segunda capa de desecante arriba mencionada, mientras que a fin de regenerar el recipiente de presión durante una primera fase, solo se envía el gas comprimido a través de la primera capa de desecante impermeable durante un periodo de tiempo determinado con objeto de secar este desecante impermeable, tras lo cual, durante una segunda fase, primero se envía gas comprimido a través de la segunda capa de desecante.

[0028] A efectos de mejor explicar las características de la presente invención, se describen como ejemplos solamente las siguientes realizaciones preferidas de un dispositivo de acuerdo con la invención para secar un gas comprimido así como el método correspondiente, sin ser limitativo en modo alguno, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales: la figura 1 representa un dispositivo de acuerdo con la invención para secado de gas comprimido; las figuras 2 a 9 representan un método que se puede emplear con un dispositivo de acuerdo con la invención; la figura 10 representa una variante de un dispositivo según la figura 1; las figuras 11 a 17 representan un método que se puede emplear con un dispositivo según la figura 10; la figura 18 representa otra variante de un dispositivo según la figura 1; las figuras 19 a 25 representan un método que se puede emplear con un dispositivo según la figura 18.

[0029] La figura 1 representa un dispositivo 1 de acuerdo con la invención para secar un gas comprimido que está provisto de un suministro 2 de un gas comprimido a secar el cual en este caso está formado por una primera etapa de compresión 3, un enfriador 4 y una segunda etapa de compresión 5.

[0030] El suministro 2 arriba mencionado está conectado a un primer dispositivo de distribución 7 por medio de la válvula de cierre 6 hecha de tres tubos 8, 9 y 10 paralelos y conectados mutuamente, un primer tubo 8 en el que están dispuestas dos válvulas antirretorno 11-12 respectivamente con una dirección del flujo opuesta y un segundo y tercer tubo 9, 10 respectivamente, en el que cada vez se disponen dos válvulas 13-14, 15-16 respectivamente que puede cerrarse, las cuales en este caso, pero no necesariamente, están hechas en forma de válvulas reguladas que están conectadas a un sistema de control no representado en las figuras.

[0031] En el ejemplo ofrecido, las válvulas antirretorno 11 y 12 arriba mencionadas, entre las cuales se conecta al primer tubo 8 el suministro 2 arriba mencionado, están colocadas de manera que permitan el flujo en la dirección de una válvula antirretorno a la otra válvula antirretorno en el tubo 8 en cuestión.

[0032] Además, el dispositivo 1 comprende un segundo dispositivo de distribución 17 que, en este caso, tiene prácticamente las mismas dimensiones y geometría que el mencionado primer dispositivo de distribución 7 y que también consiste principalmente en tres tubos paralelos 18, 19 y 20 respectivamente que están conectados entre sí, a saber un primer tubo 18 y un segundo tubo 19 que en cada caso están provistos de dos válvulas 21-22, 23-24 respectivamente, que se pueden cerrar, las cuales en este caso, pero no necesariamente, también están hechas en forma de válvulas reguladas que están conectadas al mencionado sistema de control.

[0033] En el tercer tubo 20 del segundo dispositivo de distribución 17 solo se ha dispuesto una válvula 25 que se puede cerrar, la cual preferiblemente además está hecha como una válvula regulada que es controlada por el sistema de control.

[0034] Los tubos 8 y 9 están conectados mutuamente entre las mencionadas válvulas antirretorno 11-12 y las válvulas 13-14 por medio de un enfriador 26.

[0035] Entre las válvulas de cierre 15 y 16 del tubo 10 está conectado un primer ramal 27 que brinda una conexión con el segundo dispositivo de distribución 17 y que está conectado al tubo 18, en particular por medio de un segundo enfriador 28 entre las válvulas 21 y 22 que se pueden cerrar.

[0036] Entre las válvulas de cierre 13 y 14 del tubo 9 se encuentra un segundo ramal 29 que está conectado al primer ramal 27 arriba mencionado por medio de una válvula 30 que se puede cerrar, en concreto entre el enfriador 28 y el tubo 18.

[0037] En el tubo 19, un tercer ramal 31 que está conectado a un punto de descarga 32 para el usuario de gas comprimido seco está conectado entre las válvulas 23 y 24 que se pueden cerrar.

[0038] Además, el dispositivo 1 para secar un gas comprimido también está provisto de dos recipientes de presión 33 y 34 los cuales, de acuerdo con la invención, están rellenos de al menos dos capas de desecante, a saber una primera capa inferior 35 hecha de un desecante impermeable tal como gel de sílice, alúmina activada o similares, y una segunda capa superior 36 hecha de un desecante que no es necesariamente impermeable, tal como por ejemplo en la forma de un tamiz molecular o similares, conforme al cual ambos recipientes de presión 33 y 34 mencionados están

provistos de una entrada 37, 38 respectivamente situada en frente de la mencionada primera capa de desecante 35 y una salida 39, 40 respectivamente situada en frente de la mencionada segunda capa de desecante 36.

[0039] El mencionado primer dispositivo de distribución 7 se conecta con las entradas 37 y 38 de los recipientes de presión 33 y 34 con las respectivas conexiones en paralelo entre los tubos 8, 9 y 10, mientras que el segundo dispositivo de distribución 17 se conecta con las salidas 39 y 40 de esos recipientes de presión 33 y 34 con las respectivas conexiones en paralelo entre los tubos 18, 19 y 20.

[0040] De acuerdo con la invención, cada uno de los mencionados recipientes de presión 33 y 34 están provistos de una segunda entrada 41, 42 respectivamente que se abre entre las mencionadas primera y segunda capas de desecante 35-36 y que está conectada por separado al tubo entre el suministro de gas comprimido 2 y la válvula de cierre 6 por medio de una válvula 43 que se puede cerrar.

[0041] Las válvulas 43 y 44 arriba mencionadas que se pueden cerrar preferiblemente también están hechas como válvulas reguladas que están conectadas al sistema de control arriba mencionado.

[0042] Cada una de las mencionadas entradas 37 y 38 de los recipientes de presión 33 y 34 está conectada a un tubo de escape 47 a la atmósfera por medio de una válvula 45, 46 respectivamente que se puede cerrar.

[0043] Finalmente, entre cada una de estas entradas 37 y 38 por un lado, y las válvula 45 y 46 por el otro, está dispuesta una válvula de escape regulable 48, 49 respectivamente a la cual está conectado un silenciador 50, 51 respectivamente.

[0044] El funcionamiento de un dispositivo de acuerdo con la invención para secar un gas comprimido es muy sencillo y se ilustra mediante las figuras 2 a 9, a través de las cuales las válvulas que se pueden cerrar se representan en negro cuando están cerradas, mientras que las válvulas en su posición abierta se representan en blanco, y el flujo del gas se representa en negrita.

[0045] En una primera fase que se representa en la figura 2, el recipiente de presión 33 se utiliza para regenerar la primera capa de desecante 35 que está presente en este recipiente de presión 33, y el recipiente de presión 34 se utiliza para secar el gas comprimido procedente del suministro 2.

[0046] Con este fin, el gas comprimido caliente procedente del suministro 2 es guiado por la válvula abierta 43 y a lo largo de la segunda entrada 41 hacia el primer recipiente de presión 33.

[0047] La humedad presente en la primera capa de desecante 35 en este primer recipiente de presión 33 es absorbida por el gas comprimido caliente, de manera que se regenera la primera capa de desecante impermeable 35 en este primer recipiente de presión 33.

[0048] A continuación, el flujo de gas se envía por la válvula antirretorno 11 al enfriador 26 y entonces por el segundo ramal 29 al segundo enfriador 28, como resultado de lo cual se enfría el flujo de gas es enfriado y parte de la humedad situada en el flujo de gas se condensará, para entonces ser llevada por la válvula 16 a través del segundo recipiente de presión 34 donde se seca el gas a un punto de rocío de −70 °C o menos por medio de las capas de desecante 35 y 36 disponibles.

[0049] La salida 40 del segundo recipiente de presión 34 en ese momento está conectada por la válvula 24 al punto de descarga 32, con el que están conectados uno o varios usuarios de gas comprimido seco no representados.

[0050] Es evidente que el caudal procedente del suministro 2 fluye enteramente y sin ninguna pérdida a través de ambos recipientes de presión 33 y 34 hacia el punto de descarga 32.

[0051] Durante la segunda fase, que está representada en la figura 3 y que tiene lugar al final del ciclo de regeneración de la primera capa de desecante 35 en el recipiente de presión 33, se guía todo el caudal de gas comprimido al recipiente de presión 34 por medio de la válvula de cierre 6 y los enfriadores 26 y 28 para su secado, tras lo cual se envía el gas comprimido seco al punto de descarga 32 por medio de la válvula 24 en el tubo 19.

[0052] Durante este paso se abre la válvula 48, de manera que se pueda descargar el gas en el recipiente de presión regenerante 33 por medio del silenciador 50.

[0053] Un tercer paso de acuerdo con la invención, que está representado en la figura 4, consiste en guiar todo el flujo de gas proveniente del suministro 2, de manera análoga al paso 2, al recipiente de presión secante 34 mediante los enfriadores 26 y 28 para su secado, tras lo cual se guía una parte del gas seco a la salida del recipiente de presión regenerante 33 por medio del tubo 20 y la válvula 25 abierta total o parcialmente en este caso no obstante, ya haya sido calentada o no, por ejemplo en un elemento calefactor que no está representado en las figuras.

[0054] El flujo de gas calentado seco se envía posteriormente a través del recipiente de presión regenerante 33 a fin de regenerar la segunda capa de desecante 36 y la primera capa de desecante 35 respectivamente, la cual ha sido regenerada en parte o totalmente, para posteriormente descargarlo a la atmósfera por medio de la válvula 45 y el tubo de escape 47.

[0055] Un paso posterior consiste en apagar los elementos calefactores, si procede, mientras que el aire secado y expandido sigue fluyendo sobre ambas capas de desecante según el esquena representado en la figura 4, como resultado de lo cual estas capas pueden enfriarse, al menos en parte, o seguir regenerándose.

[0056] El paso siguiente aplicado en este caso en el método para secar el gas comprimido consiste en cerrar la válvula 45, como se representa en la figura 5, de manera que una parte del gas seco desviado cree presión en el recipiente de presión regenerante 33.

[0057] En una siguiente fase, que está representada en la figura 6 y que tiene lugar cuando el recipiente de presión 33 ha sido completamente regenerado y puesto bajo presión, se guía el gas comprimido procedente del suministro 2 al primer enfriador 26 por medio de la válvula de cierre 6, tras lo cual se divide este flujo de gas en un primer flujo de gas y un segundo flujo de gas.

[0058] Se guía el primer flujo de gas arriba mencionado a través del recipiente de presión 33 por medio de la válvula 13 y la entrada 37 y luego al segundo enfriador 28 por medio de la válvula 21 para finalmente enviarlo por medio de la válvula 16 y a través del recipiente de presión secante 34 a través del tubo 19 al punto de descarga 32.

[0059] Se guía el segundo flujo de gas arriba mencionado al primer ramal 27 arriba mencionado por medio de la válvula 30 abierta total o parcialmente para ser enviado al punto de descarga 32 junto con el primer flujo de gas arriba mencionado por medio del enfriador 28 y el recipiente de presión secante 34.

[0060] En el siguiente paso, que está representado en la figura 7, se guía todo el flujo de gas comprimido a la entrada 37 del primer recipiente de presión 33 por medio de la válvula de cierre 6 y del primer enfriador 26 para seguir siendo enfriado y para posteriormente ser llevado al punto de descarga 32 por medio de la válvula 21 y el primer ramal 27, por medio del segundo enfriador 28 y a través del recipiente de presión secante 34.

[0061] Durante el penúltimo paso del método, como queda claro en la figura 8, se envía sucesivamente el gas comprimido procedente del suministro a través de los enfriadores 26 y 28 para posteriormente ser dividido en un primer flujo de gas que va a través del primer recipiente de presión 33 y la válvula 23 al punto de descarga 32 y un segundo flujo de gas 5 que es guiado a través del segundo recipiente de presión 34 y válvula 24 al punto de descarga 32.

[0062] Finalmente, en la última fase, que está representada en la figura 9, se transporta todo el flujo del gas comprimido por medio de los enfriadores 26 y 28 a través del segundo recipiente de presión 34, que está casi completamente saturado por medio de la válvula 24 al punto de descarga 32 arriba mencionado. Con objeto de garantizar constantemente la misma presión en ambos recipientes de presión, en esta última fase se abre la válvula 25.

[0063] Tras esta última fase volvemos a la primera fase, pero se intercambian los recipientes de presión 33 y 34 y el primer recipiente de presión 33 ahora se convierte en el recipiente de presión secante, mientras que el segundo recipiente de presión 34 se convierte en el recipiente de presión regenerante, etcétera.

[0064] Como se puede secar sin pérdidas la primera capa de desecante impermeable 35, aparte de una caída de presión del gas entre la entrada y la salida del dispositivo, es posible ahorrar energía en comparación con los dispositivos convencionales de secado de gas comprimido.

[0065] La figura 10 representa una variante del dispositivo 1 según la invención en el que, en comparación con el dispositivo 1 representado en la figura 1, se han omitido la válvula regulada 30 y el tubo 29, no obstante sin tener ninguna influencia en la funcionalidad del dispositivo 1.

[0066] La funcionalidad de la primera fase de la figura 2 arriba descrita se puede entonces mantener por ejemplo mediante el envío del flujo de gas en la salida del enfriador 26 sobre la válvula 14 abierta al recipiente de presión secante 34, como se representa en la figura 11.

[0067] De manera similar a la fase como se representa en la figura 3, la caída de presión en el recipiente de presión 33 a ser regenerado tendrá lugar en esta realización como se representa en la figura 12, y la regeneración de la segunda capa, de manera análoga a como se representa en la figura 4, mediante la apertura de la válvula 45 como se indica en la figura 13 y encendiendo o no un elemento calefactor que no está representado en las figuras.

[0068] A continuación, de manera análoga a lo que ocurre en la fase que está representada en la figura 5, hay un aumento de presión que está representado en la figura 14 para la presente realización, seguido por fases de enfriamiento que están representadas en las figuras 15 y 16 y que corresponde a las fases de las respectivas figuras 7 y 8.

[0069] Finalmente, de manera análoga a la fase de la figura 9, se envía todo el flujo de gas comprimido al punto de descarga 32 por medio del enfriador 26 y de la válvula 14 a través del recipiente de presión 34, que casi está saturado, de acuerdo con el esquema de la figura 17.

[0070] Tras esta última fase se intercambian los recipientes de presión 33 y 34, de manera que el primer recipiente de presión 33 ahora se convierte en el recipiente de presión secante, mientras que el segundo recipiente de presión 34 se convierte en el recipiente de presión regenerante, etcétera.

[0071] La figura 18 representa otra forma de realización de un dispositivo 1 de acuerdo con la invención que también tiene un diseño que es prácticamente análogo al del dispositivo 1 de la figura 1, pero con menos tubos y válvulas que esta primera realización del dispositivo 1.

[0072] En este caso no obstante, se han omitido el tercer tubo 10 del primer dispositivo de distribución 7 y el primer tubo 18' del segundo dispositivo de distribución 17, como se representa en la realización de la figura 1, así como el primer ramal 27, el segundo ramal 29 y el segundo enfriador 28.

[0073] El funcionamiento del dispositivo 1 de acuerdo con la figura 18 es casi idéntico al de la realización precedente y está representado paso a paso en las figuras 19 a 25.

[0074] En el primer paso, que está representado en la figura 19, de manera análoga al primer paso en el dispositivo de acuerdo con la figura 1, se envía todo el flujo de gas comprimido procedente del suministro por medio de la segunda entrada 41 del primer recipiente de presión regenerante 33 al desecante impermeable 35 a fin de regenerarlo.

[0075] A continuación, se envía el gas comprimido a través del enfriador 26 para secarlo entonces en el segundo recipiente de presión secante 34 y para guiarlo al punto de descarga 32 por medio de la válvula 24 y el ramal 31.

[0076] En el segundo paso, que está representado en la figura 20, correspondiente a la fase que está representada en la figura 3, primero se guía todo el flujo de gas comprimido a través del enfriador 26 y luego a través del recipiente de presión secante 34 hasta el punto de descarga 32.

[0077] Durante este paso se abre la válvula 48, de manera que se pueda descargar el gas en el recipiente de presión regenerante 33 por medio del silenciador 50.

[0078] Un tercer paso, como se representa en la figura 21, de acuerdo con la invención consiste en guiar todo el flujo de gas proveniente del suministro 2, de manera análoga al paso 2 en la figura 20, al recipiente de presión secante 34 mediante el enfriador 26 para su secado, tras lo cual se desvía una parte del flujo de gas seco mediante el tubo 20 en este caso, y tras haber sido calentada en un elemento calefactor, por ejemplo, que no está representado en las figuras, fluye a la salida 39 del recipiente de presión regenerante 33.

[0079] El flujo de gas calentado seco se envía a través del recipiente de presión regenerante 33 a fin de regenerar la segunda capa de desecante 36 y la primera capa de desecante impermeable 35 respectivamente para posteriormente descargarlo a la atmósfera por medio de la válvula 45 y el tubo de escape 47, y posiblemente, pero no necesariamente, por medio de la válvula 48**.**

[0080] Durante el siguiente paso que se aplica en este caso en el método para secar el gas comprimido y que está representado en la figura 22, una parte del gas seco es expandida por la válvula 25, abierta en parte o totalmente, a una presión menor y se apaga el elemento calefactor arriba mencionado, y entonces se guía este flujo de gas a través del desecante 35 y 36 a fin de enfriarlo para posteriormente descargarlo a la atmósfera por medio de la válvula 45 y el tubo de escape 47, y posiblemente, pero no necesariamente, por medio de la válvula 48**.**

[0081] Un siguiente paso, como se representa en la figura 23, consiste en cerrar la válvulas 45 y 48, de manera que aumente la presión en el primer recipiente de presión 33.

[0082] En una siguiente fase, que está representada en la figura 24 y que tiene lugar cuando el recipiente de presión 33 ha sido completamente puesto bajo presión, se guía el gas comprimido procedente del suministro 2 al primer enfriador 26 por medio de la válvula de cierre 6, tras lo cual se divide este flujo de gas en un primer flujo de gas y un segundo flujo de gas.

[0083] Se envía el primer flujo de gas arriba mencionado a través del recipiente de presión 33 por medio de la válvula 13 y la entrada 37 para seguir enfriando el desecante 35 y 36 para posteriormente enviarlo por medio de la válvula 23 al punto de descarga 32.

[0084] Se guía el segundo flujo de gas arriba mencionado por medio de la válvula 14 a la entrada 38 del recipiente de presión secante 34 para posteriormente enviarlo al punto de descarga 32, junto con el primer flujo de gas arriba mencionado, por medio de la válvula 24.

[0085] Finalmente, en una última fase que está representada en la figura 25, se transporta todo el flujo de gas por medio del enfriador 26 a través del segundo recipiente de presión 34, que está casi saturado, tras lo cual se envía el gas seco al punto de descarga 32 arriba mencionado.

[0086] Tras esta última fase volvemos a la primera fase, pero se intercambian los recipientes de presión 33 y 34 y el primer recipiente de presión 33 ahora se convierte en el recipiente de presión secante, mientras que el segundo recipiente de presión 34 se regenera, etcétera.

[0087] Según una característica preferida de la invención que no está representa en las figuras, se dispone al menos un sensor de temperatura cerca de cada capa de desecante 35 y 36, y en concreto bajo cada capa de desecante 35 y 36, el cual preferiblemente está conectado al sistema de control arriba mencionado.

[0088] Esto es ventajoso en tanto que se puede terminar cada paso de regeneración tan pronto como la temperatura exceda un valor predeterminado, lo cual indica que el desecante se ha secado lo suficiente o ha sido regenerado, de manera que se puede ahorrar energía adicional.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de secado de gas comprimido, que principalmente consiste en un suministro (2) de gas comprimido caliente a secar, al menos dos recipientes de presión (33 y 34) que están rellenos de un desecante (35-36) y que están provistos de una primera entrada (37, 38 respectivamente) y una salida (39, 40 respectivamente) y un punto de descarga (32) para usuarios de gas comprimido seco, conforme al cual estos recipientes de presión (33 y 34) se usan alternativamente como recipiente de secado para secar el gas y como recipiente de regeneración para regenerar el desecante en el recipiente en cuestión, **caracterizado porque** se disponen al menos dos capas de desecante (35 y 36) en los recipientes de presión (33 y 34) arriba mencionados, respectivamente una primera capa (35) de desecante impermeable y una segunda capa (36) de un desecante que no necesariamente ha de ser impermeable, **y porque** los recipientes de presión (33 y 34) arriba mencionados están provistos de una segunda entrada (41, 42 respectivamente) que se abre entre las mencionadas primera y segunda capa de desecante (35, 36 respectivamente) que está conectada por separado al tubo entre el suministro 2 de gas comprimido y una válvula de cierre (6) por medio de una válvula (43, 44 respectivamente) que se puede cerrar, dicha segunda entrada (41, 42 respectivamente) está provista para regenerar el desecante de la primera capa (35) mediante el calor de compresión de este gas comprimido **y porque** la primera entrada (37, 38 respectivamente) está dispuesta enfrente de la primera capa de desecante impermeable, mientras que la salida arriba mencionada (39, 40 respectivamente) está dispuesta enfrente de la segunda capa de desecante.

2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mencionada primera capa (35) de desecante impermeable está hecha de gel de sílice o alúmina activada.

3. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la mencionada segunda capa (36) de desecante impermeable está hecha de un tamiz molecular.

4. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** está provisto de al menos un elemento calefactor para calentar el gas seco procedente del recipiente de presión secante.

5. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cerca de cada una de las capas mencionadas de desecante (35 y 36) está dispuesto al menos un sensor de temperatura.

6. Dispositivo según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los sensores de temperatura arriba mencionados están conectados a un sistema de control que controla las mencionadas válvulas (43 and 44) que se pueden cerrar.

7. Método para secar un gas comprimido mediante un dispositivo (1) según una o varias de las reivindicaciones precedentes, en el que se envía este gas comprimido a través de un recipiente de presión (33 o 34), **caracterizado porque** el recipiente de presión (33 o 34) arriba mencionado está provisto de al menos dos capas de desecante (35 y 36), respectivamente una primera capa de desecante (35) hecha de un material impermeable y una segunda capa de un desecante (36) que no necesariamente ha de ser impermeable, y **porque** para secar el gas comprimido primero se guía el gas a través de la primera capa (35) de desecante arriba mencionada y posteriormente a través de la segunda capa (36) de desecante arriba mencionada, mientras que para regenerar el recipiente de presión (33 o 34) durante una primera fase, solo se envía el gas comprimido a través de la primera capa (35) de desecante impermeable durante un periodo de tiempo determinado con objeto de secar este desecante impermeable, tras lo cual, durante una segunda fase, primero se envía el gas comprimido a través de la segunda capa (36) de desecante.

8. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en vista de la regeneración del recipiente de presión (33 o 34) en la segunda fase, se envía el gas comprimido, tras su paso a través de la segunda capa (36) de desecante, a través de la primera capa (35) de desecante.

9. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** en vista de la regeneración del recipiente de presión (33 o 34) en la segunda fase, se somete el gas comprimido, tras su paso a través de la segunda capa (36) de desecante, a una purga entre la primera capa (35) y la de segunda capa (36) de desecante.

10. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** a fin de regenerar la mencionada primera capa (35) de desecante impermeable, se envía el gas comprimido a través de este desecante impermeable que viene directamente del suministro (2) arriba mencionado del gas comprimido y en donde se lleva a cabo la regeneración mediante el calor de compresión disponible en el gas.

11. Método según la reivindicación 7, **caracterizado porque** a fin de regenerar la segunda capa (36) de desecante, se envía una parte del gas comprimido a través de esta segunda capa (36) de desecante procedente de la salida del recipiente de presión secante (33 o 34).

12. Método según la reivindicación 11, **caracterizado porque** se calienta la parte del mencionado gas comprimido procedente de la salida (39 o 40) del recipiente de presión secante (33 o 34) antes de guiarla a través de la segunda capa (36) de desecante en el recipiente de presión regenerante (34 o 33).

13. Método según la reivindicación 11, **caracterizado porque** se expande la parte del mencionado gas comprimido procedente de la salida (39 o 40) del recipiente de presión secante (33 o 34) antes de guiarla a través de la segunda capa (36) de desecante en el recipiente de presión regenerante (34 o 33).

14. Método según la reivindicación 11, **caracterizado porque** la duración de la fase de regeneración está determinada por un sistema de control que está conectado a las válvulas (13 a 16; 21 a 25; 30 y 43 a 46) que se puede cerrar para controlar el suministro de gas comprimido a través de los recipientes de presión (33 y 34).

15. Método según una o varias de las reivindicaciones 7 a 14, **caracterizado porque** cuando se supera un valor de temperatura determinado en el recipiente de presión regenerante (33 o 34), se termina la fase de regeneración.

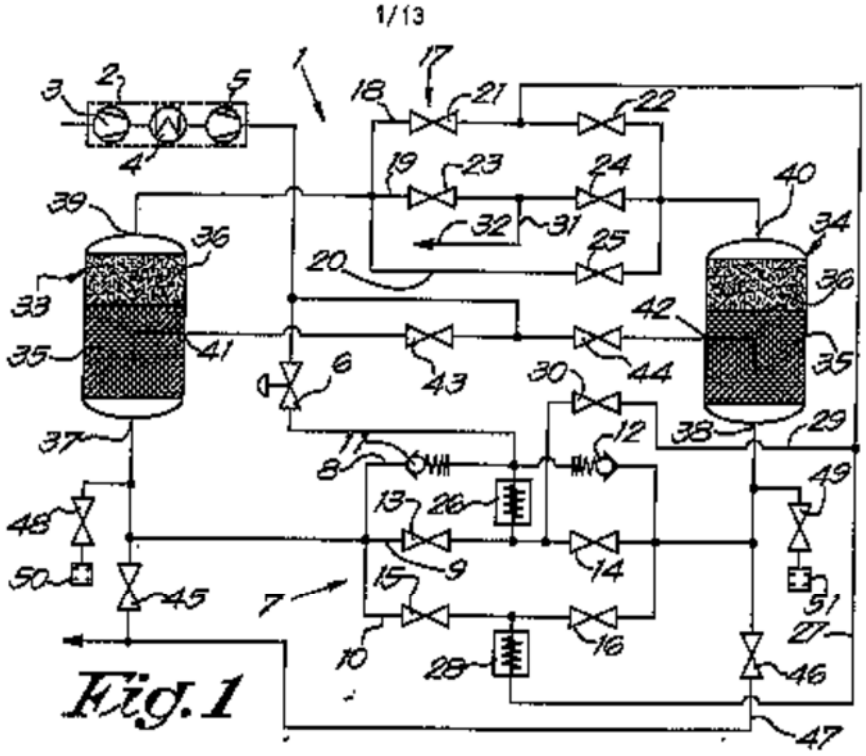


Fig.1

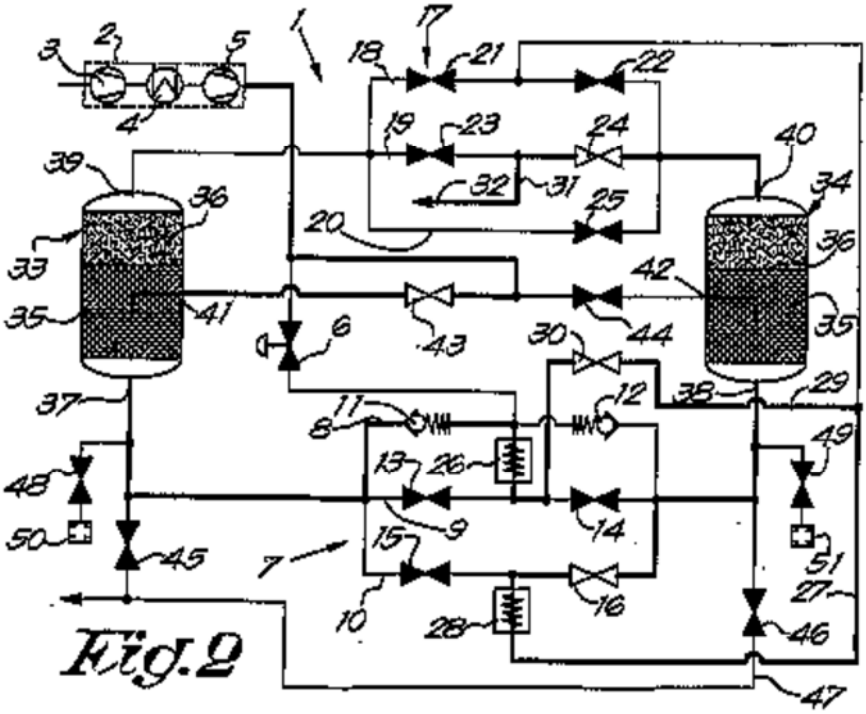


Fig.2

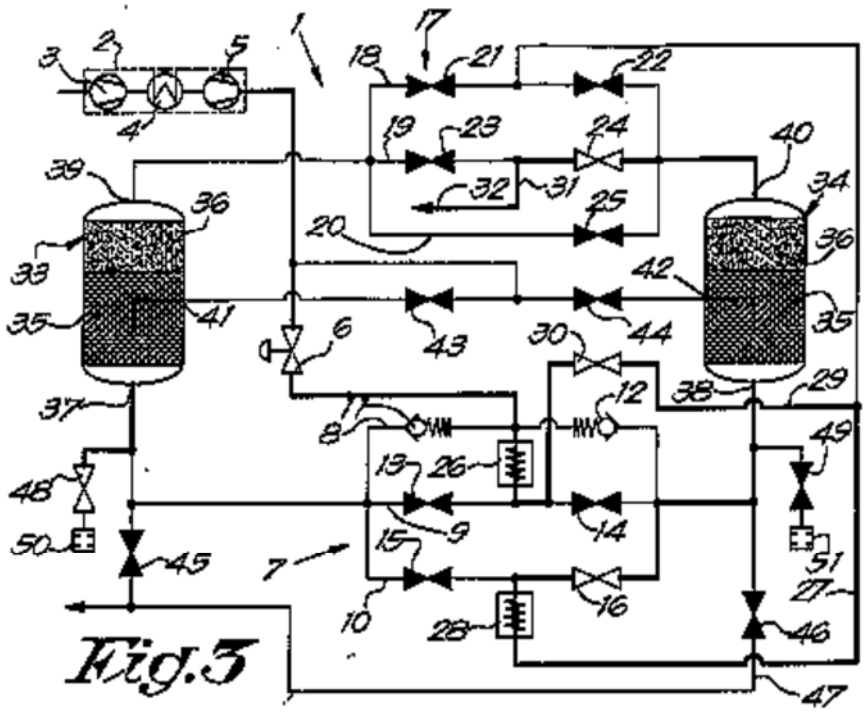

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.3

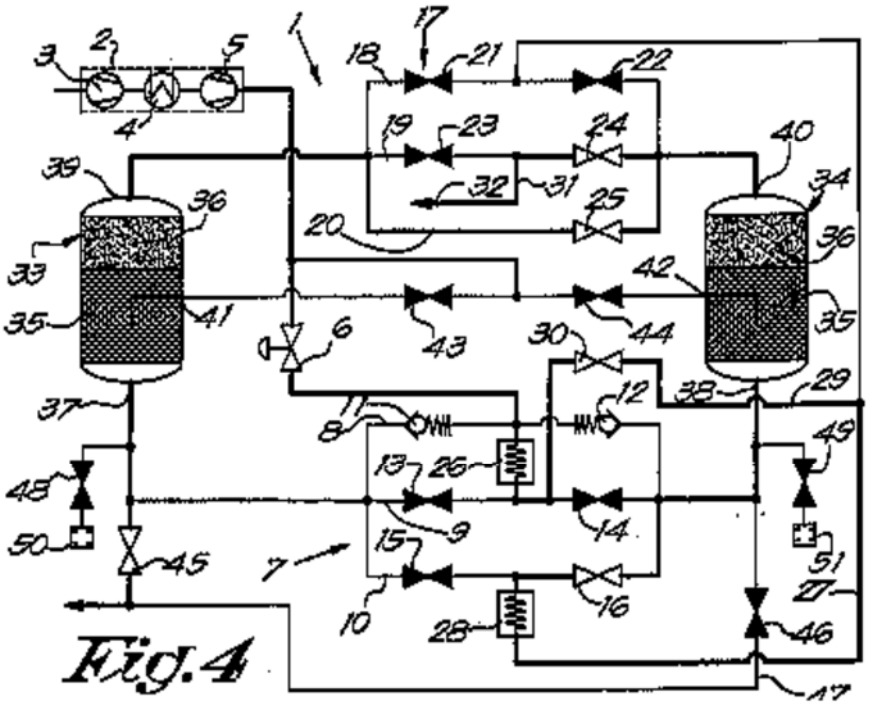

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.4

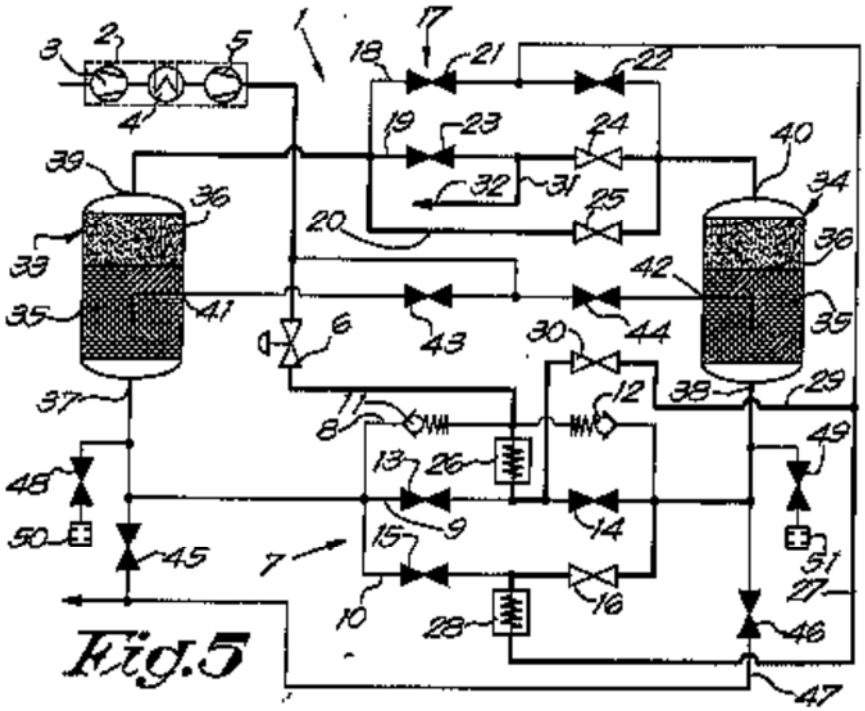

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.5

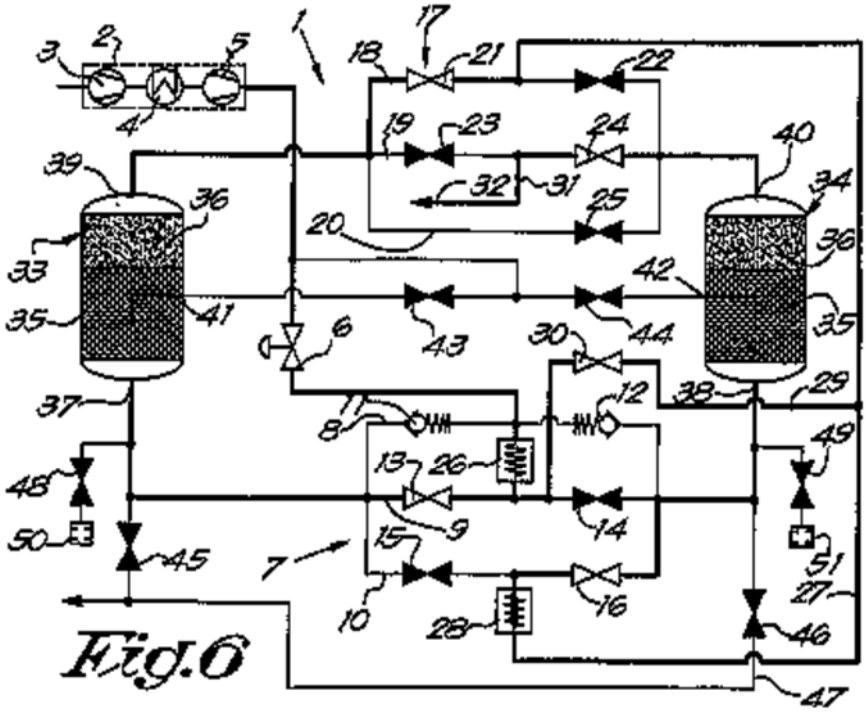

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.6

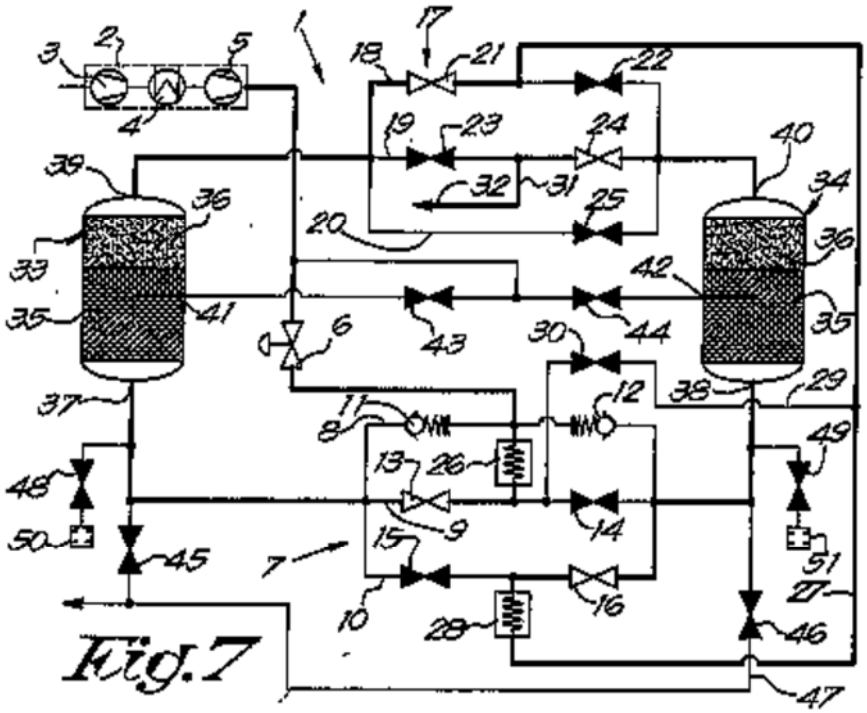

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.7

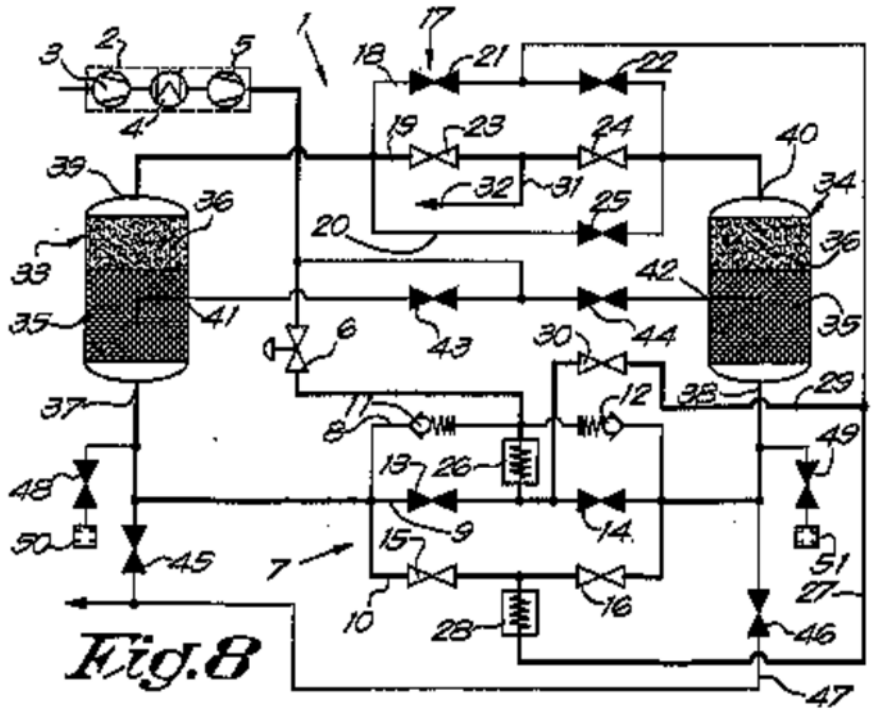

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.8

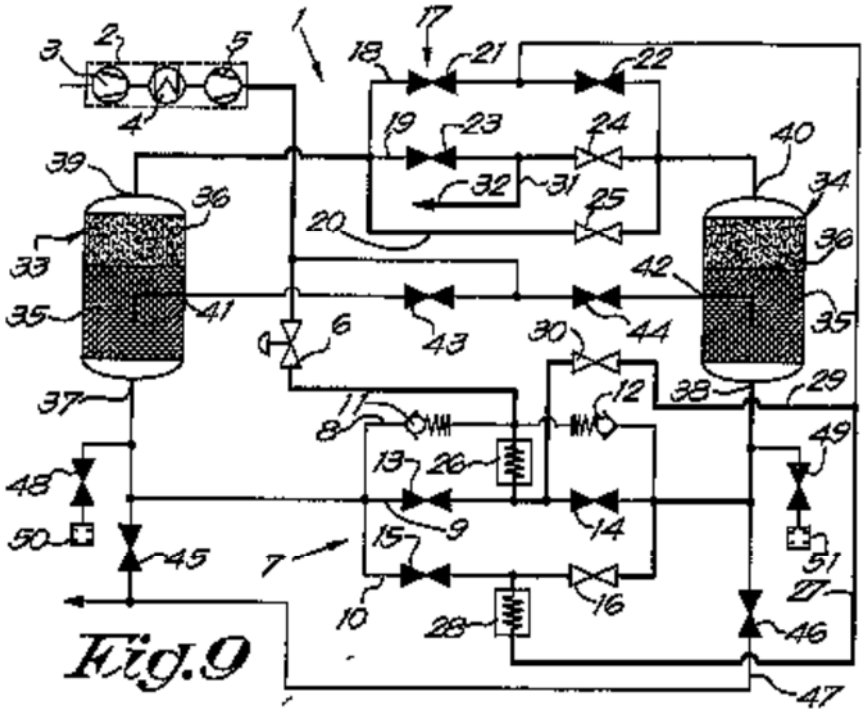

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.9

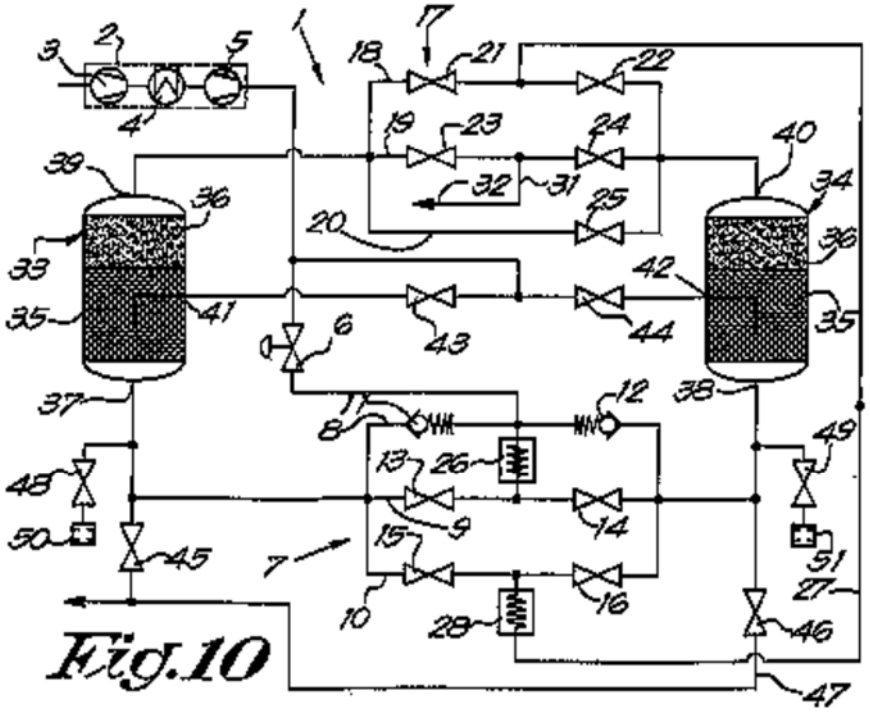

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.10

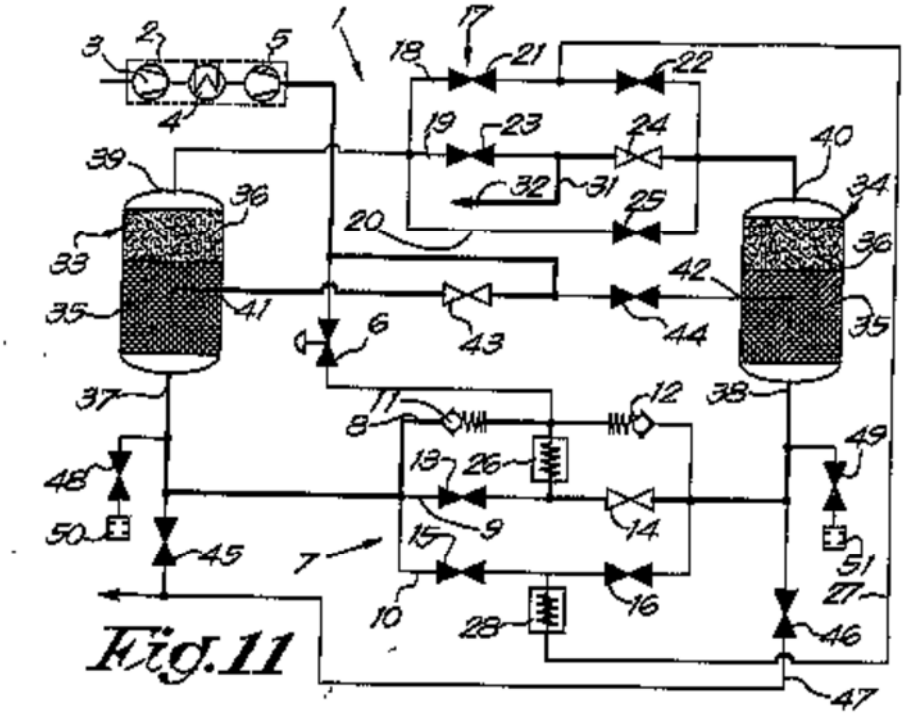


Fig.11

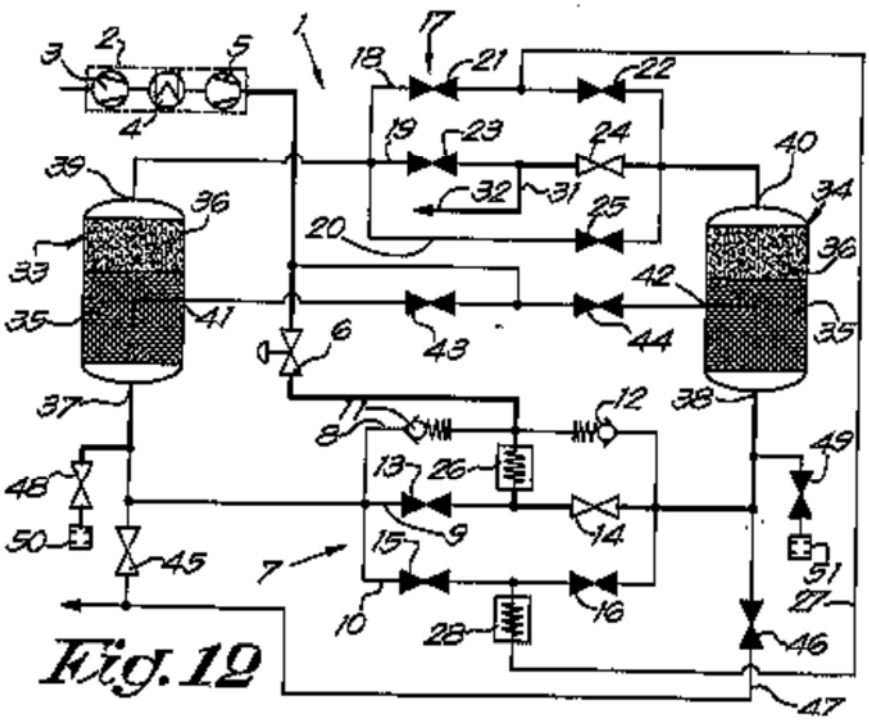


Fig.12

7/13

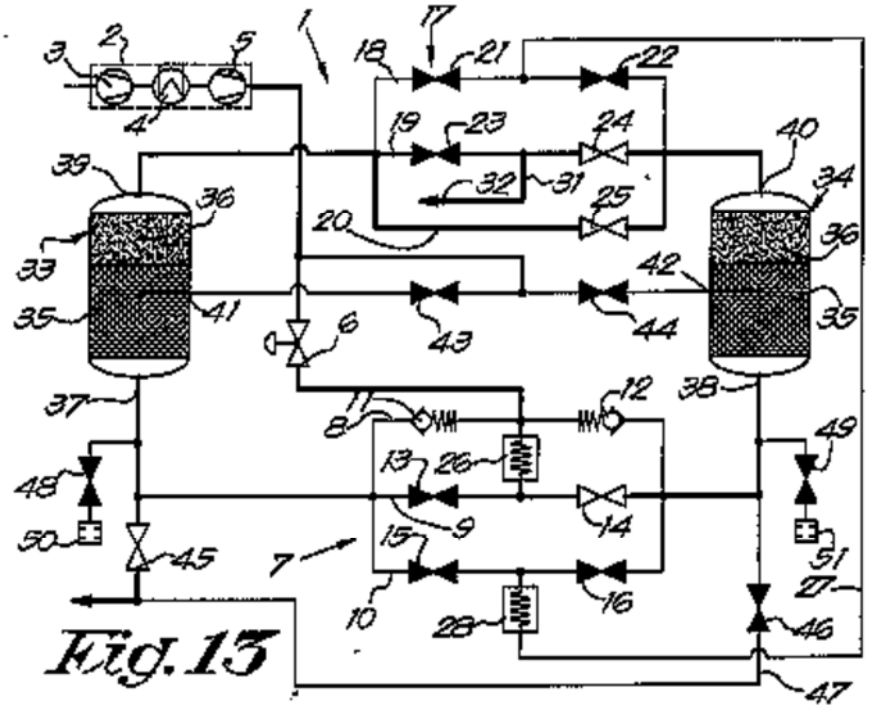


Fig. 13

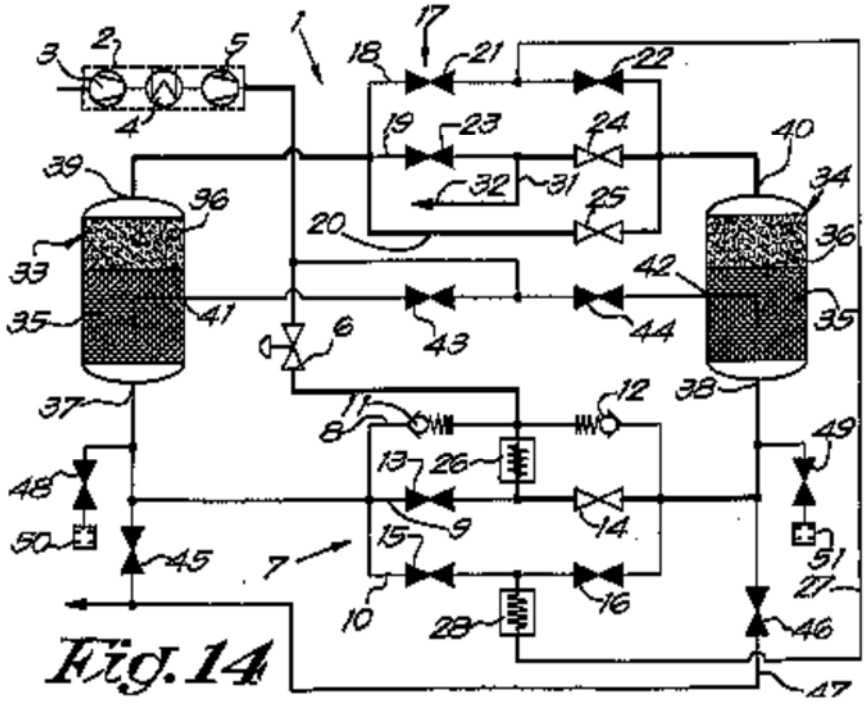


Fig. 14

8/13

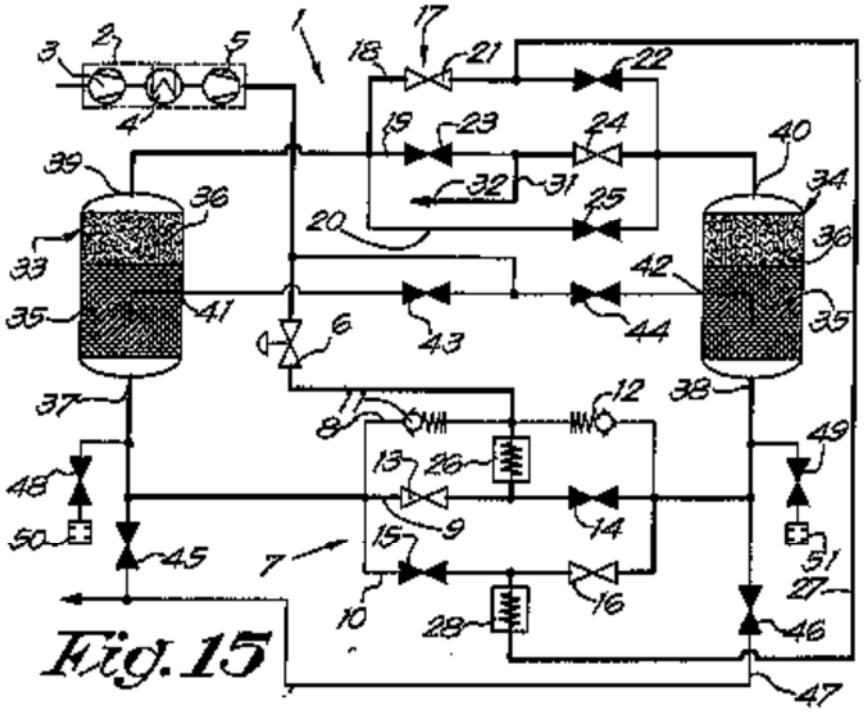


Fig. 15

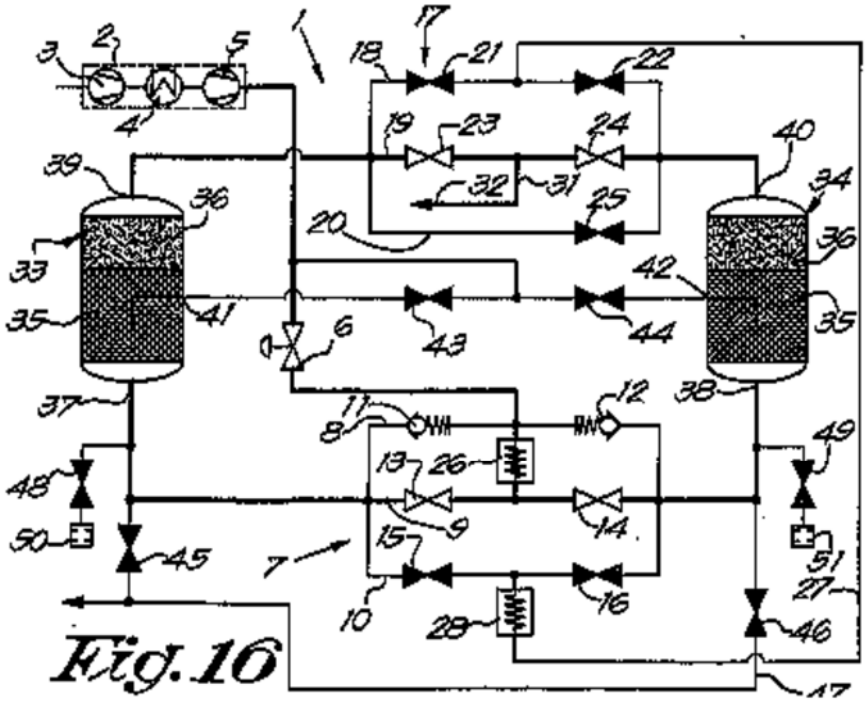


Fig. 16

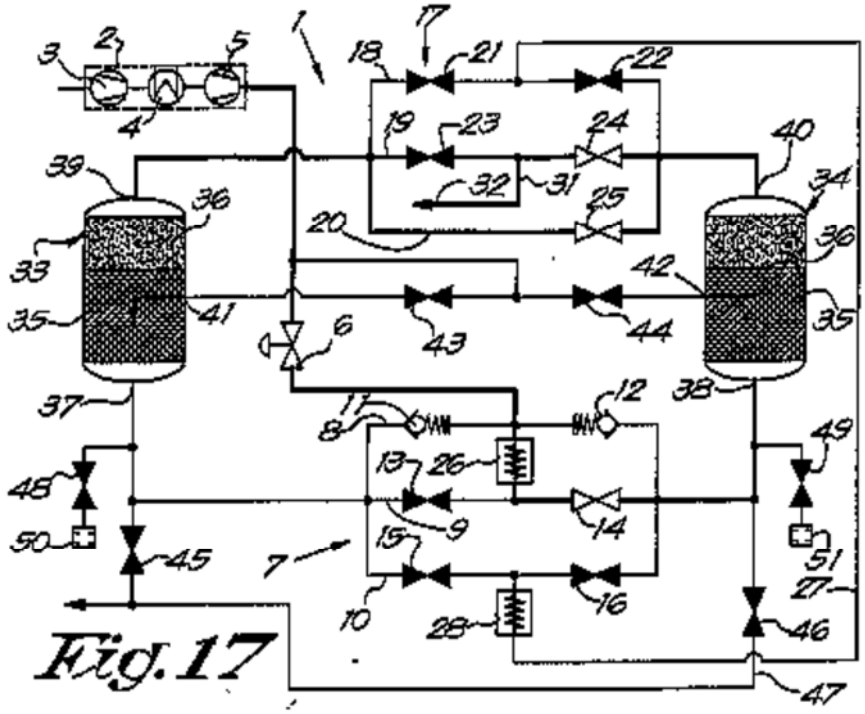

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig. 17

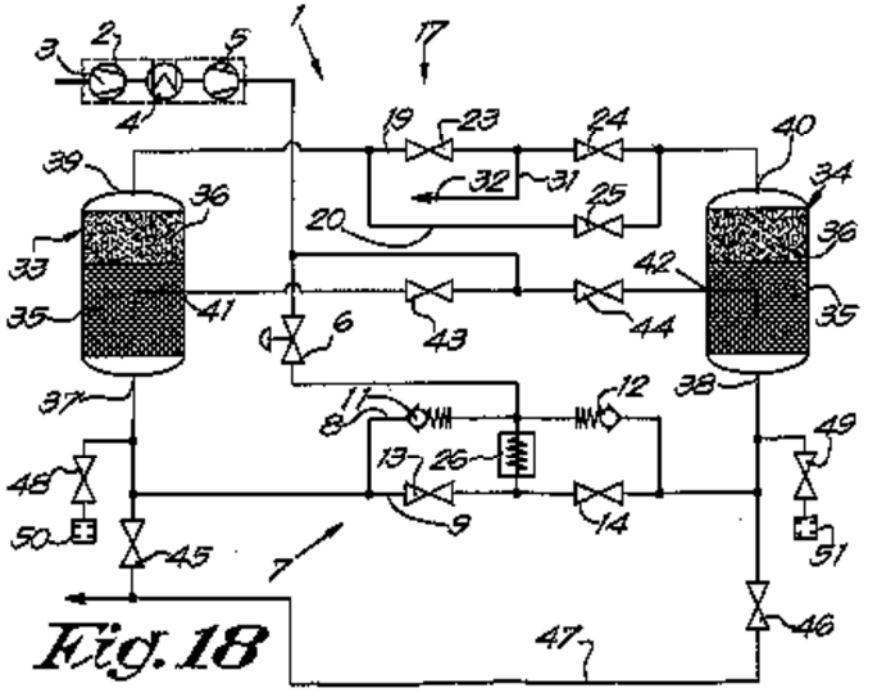

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11
12
13
14
17
19
20
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig. 18

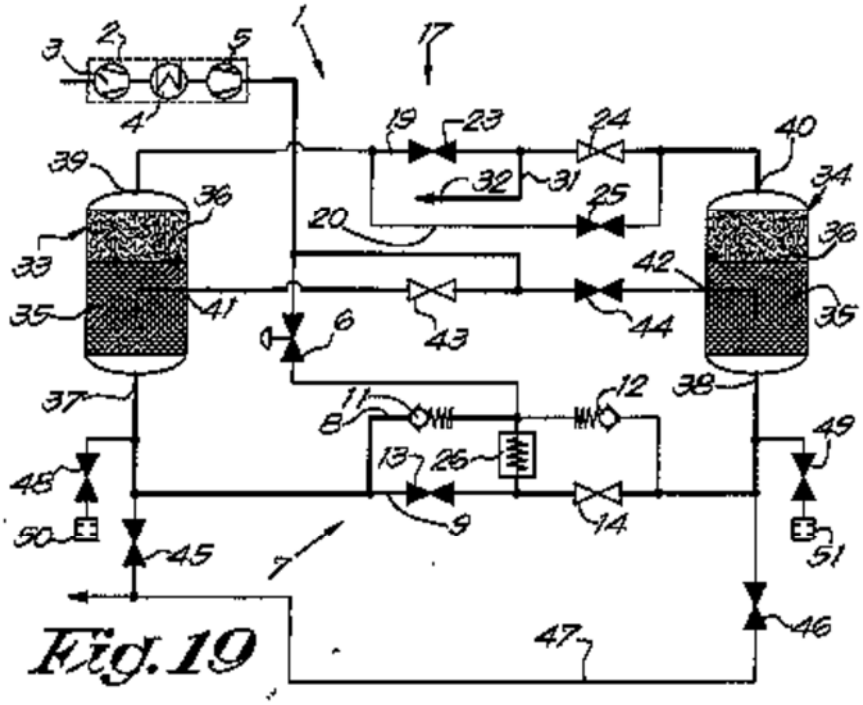

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11
12
13
14
17
19
20
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.19

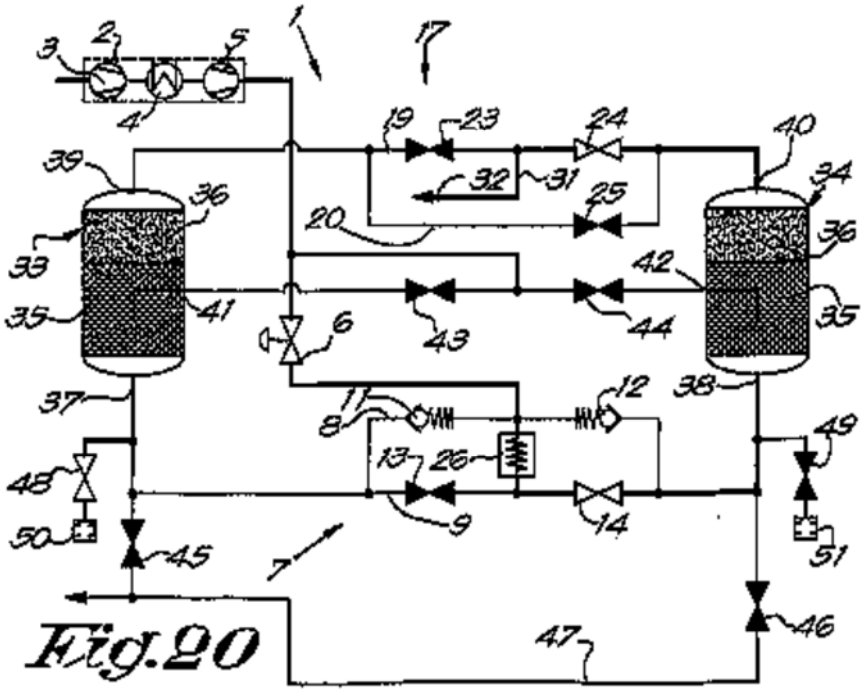

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11
12
13
14
17
19
20
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.20

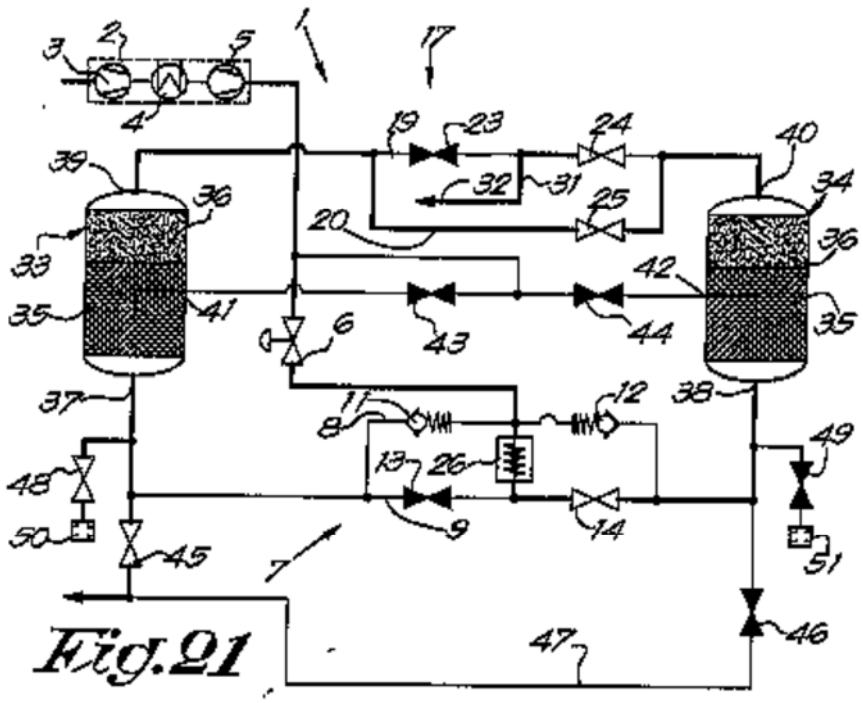

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11
12
13
14
17
19
20
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.21

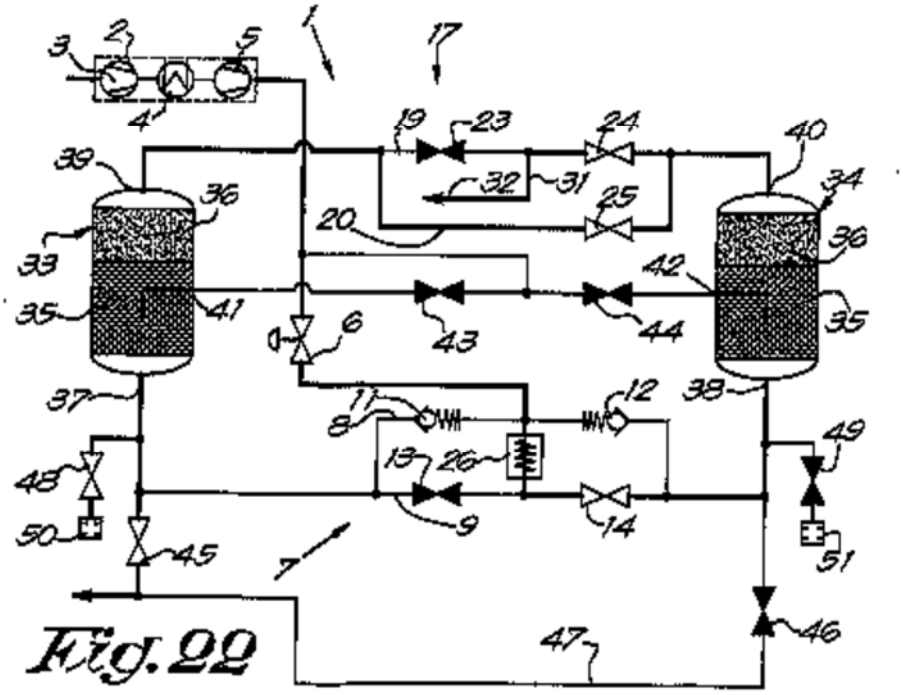

1
2
3
4
5
6
7
8
9
11
12
13
14
17
19
20
23
24
25
26
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51

Fig.22

12/13

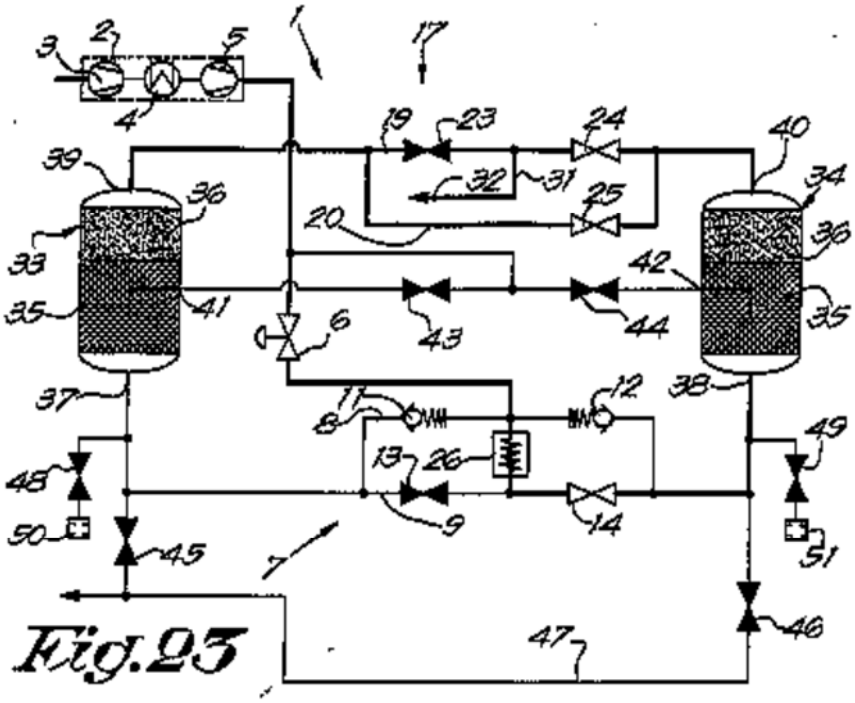


Fig.23

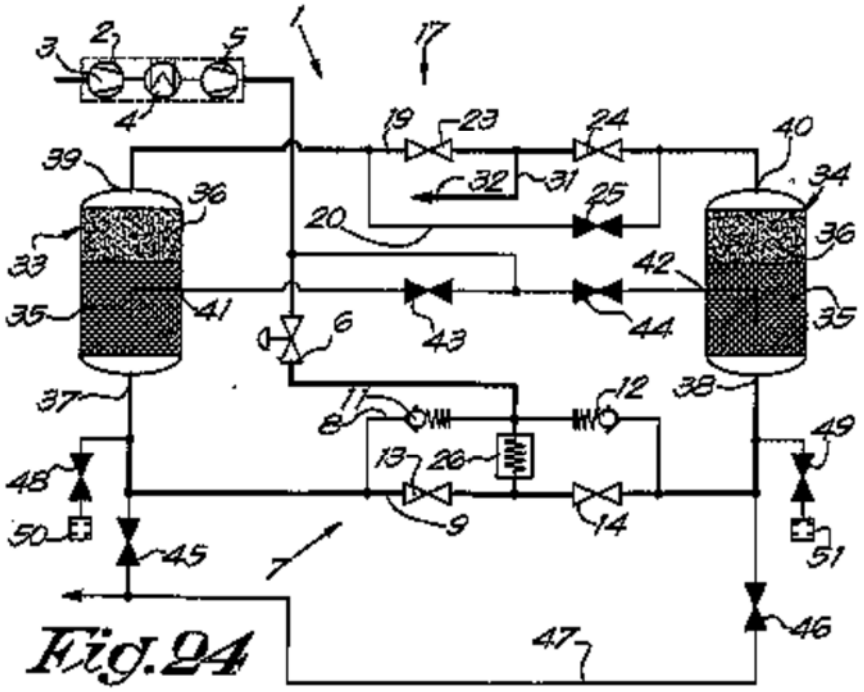


Fig.24

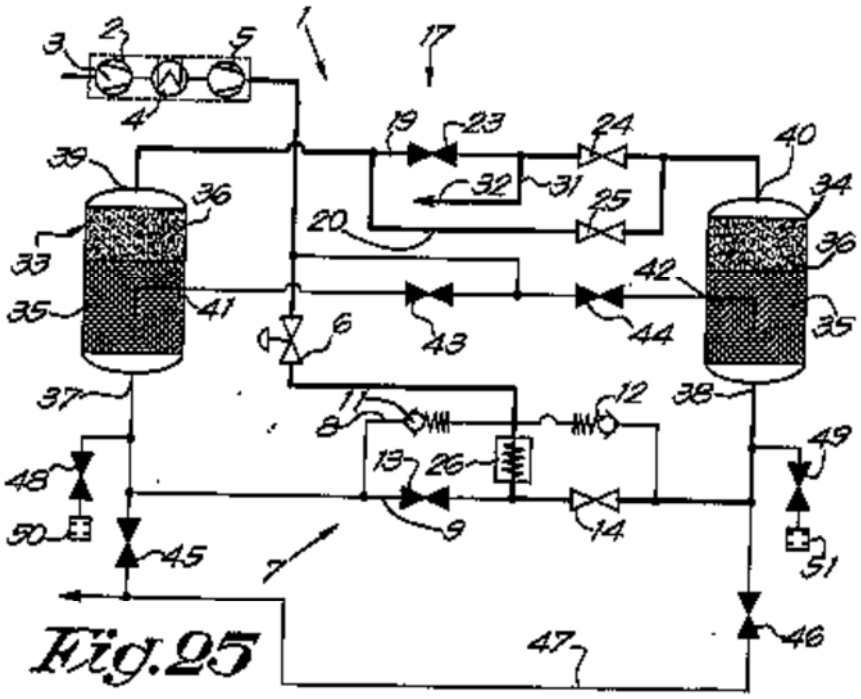

1
2
3
4
5
17
19
23
24
25
31
32
20
39
36
33
35
41
6
43
44
42
40
34
36
35
37
38
8
11
12
13
26
9
14
48
50
45
7
49
51
46
47

Fig.25