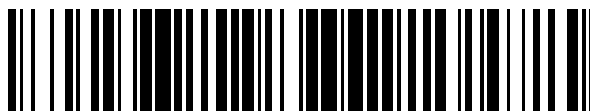


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 369 998**

51 Int. Cl.:
B01D 53/00 (2006.01)
B01D 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05104633 .2**
96 Fecha de presentación: **30.05.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1602401**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.12.2005**

54 Título: **PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO PARA LA CONDENSACIÓN PARCIAL POBRE EN AEROSOL.**

30 Prioridad:
01.06.2004 DE 102004026909

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.12.2011

73 Titular/es:
**MESSER GROUP GMBH
OTTO-VOLGER-STRASSE 3C
65843 SULZBACH, DE**

72 Inventor/es:
Herzog, Friedhelm

74 Agente: **Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 369 998 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

Procedimiento y dispositivo para la condensación parcial pobre en aerosoles.

La invención concierne a un procedimiento de depuración de gases en el que una corriente de gas cargada de una sustancia es alimentada a un primer intercambiador de calor con miras a su condensación y/o congelación y es puesta en contacto térmico con un medio refrigerante, y a continuación el gas depurado es alimentado a un segundo intercambiador de calor y puesto en contacto térmico con un medio refrigerante.

Asimismo, la invención concierne a un dispositivo de depuración de gases que comprende un primer intercambiador de calor y un segundo intercambiador de calor que están equipados cada uno de ellos con una alimentación y una evacuación para una corriente de gas a depurar, así como con una alimentación y una evacuación para un medio refrigerante y con una evacuación para condensado.

Se pueden separar impurezas de gases por condensación o congelación. Por "gases" se entienden aquí en general corrientes de aire de salida, gas de escape o gas de proceso que pueden consistir en vapor, sustancias en forma de vapor o gases. En particular, se entienden por ellos también corrientes de aire de salida cargados con cantidades relativamente altas de disolventes, las cuales pueden producirse, por ejemplo, en procesos del campo de la química o como gases de escape de almacenes de tanques. Bajo el término "impurezas" se han de entender aquí tanto sustancias contaminantes que impurifican el gas y se deben eliminar, como disolventes u otras sustancias que pueden alimentarse como sustancias valiosas a un lugar de empleo ulterior.

Según el estado de la técnica, se utilizan para esto intercambiadores de calor en los que la corriente de gas a depurar por contacto es puesta en contacto con superficies de intercambio de calor que pueden estar configuradas de maneras diferentes y que son refrigeradas con un medio refrigerante. Si se cae aquí por debajo del punto de rocío de las impurezas presentes en la corriente de gas, se licúa o solidifica al menos una parte de estas sustancias y se puede separarla de la corriente de gas portador.

Así, se conoce por el documento EP 0 655 414 A1 un procedimiento para retirar azufre elemental de una corriente de gas, en el que la corriente de gas cargada con vapor de azufre es puesta en contacto térmico en un intercambiador de calor con aire cuya temperatura está por debajo del punto de congelación del azufre. El azufre se condensa y se le evacua del proceso. Para impedir que en el intercambiador de calor se condense, al mismo tiempo que el azufre, agua de la corriente de gas, el aire utilizado para la refrigeración es puesto primero en contacto térmico con el aire calentado por la corriente de gas y es precalentado de esta manera. Sin embargo, el procedimiento conocido por el documento EP 0 655 414 A1 se adapta especialmente a las particularidades de la depuración de corrientes de gas cargadas con vapores de azufre y no puede transferirse, sin mayores dificultades, a otros procedimientos, especialmente a procedimientos de criocondensación, en la cual se utilizan como refrigerante gases licuados a temperaturas ultrafrías.

Se conoce por el documento FR 2 755 873 un equipo de recuperación de, especialmente, hidrocarburos de corrientes de gas, en el que una corriente de gas cargada con una sustancia a separar circula sucesivamente por dos intercambiadores de calor superpuestos dentro de una carcasa común, en los cuales la corriente de gas es puesta en contacto con un agente frigorífico criógeno en contracorriente. La constitución en dos etapas del equipo deberá reducir especialmente el riesgo de que se produzca una explosión a consecuencia de un enriquecimiento de hidrocarburos en el condensado.

Se conocen por el documento DE 19517273 C1 un procedimiento y un dispositivo de depuración de gas de escape con intercambiadores de calor, en los que se efectúa en un primer intercambiador de calor de la manera anteriormente descrita una depuración del gas del proceso. Para impedir una recontaminación del gas saliente con condensado se utiliza un segundo intercambiador de calor en el que se conduce la corriente de gas de tal manera que ésta entre en contacto, en un flujo dirigido hacia arriba, con las superficies del intercambiador de calor. Gracias a esta disposición se acumula el condensado en la zona de entrada del segundo intercambiador de calor y puede ser evacuado.

La proporción de la cantidad de sustancia separada del gas portador con respecto a la cantidad de sustancia presente en total en el gas depende en primer lugar del grado de rebasamiento por abajo del punto de rocío. Sin embargo, en el proceso de enfriamiento se produce en general una sobresaturación de la corriente de gas y una formación de aerosoles. Dado que los aerosoles se separan en el intercambiador de calor tan sólo en una porción muy pequeña, la cantidad de sustancia realmente separable por la corriente de gas portador es más pequeña que la separación que puede conseguirse teóricamente en base a las presiones de vapor dependientes de la temperatura de las sustancias. Los aerosoles forman así una proporción considerable de las impurezas que abandonan el condensador con la corriente de gas portador.

Por tanto, el problema de la presente invención consiste en evitar la formación y propagación de aerosoles en el gas del proceso.

Este problema se resuelve en un procedimiento de la clase citada al principio por el hecho de que se calienta el medio refrigerante antes de su alimentación al primer intercambiador de calor y la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor es puesta en contacto térmico en el primer intercambiador de calor con la corriente de gas que se debe depurar.

5 La invención se basa en la idea de que la formación de aerosoles es tanto menos acusada cuanto más pequeña es la diferencia entre la temperatura del medio refrigerante y la temperatura de la corriente de gas en el intercambiador de calor. Por tanto, el calentamiento según la invención del medio refrigerante antes de su alimentación al primer intercambiador de calor persigue establecer tan sólo una pequeña diferencia de temperatura entre la corriente de gas a depurar en el lugar de su salida del intercambiador de calor y el medio refrigerante. En un intercambiador de calor que funciona en contracorriente, esta pequeña diferencia de temperatura se conserva a lo largo de todo el intercambiador de calor. Se suprime así eficazmente la formación de aerosoles en el tramo de flujo dentro del primer intercambiador de calor en el que tiene lugar una condensación o una congelación de la sustancia o las sustancias con la cual/las cuales está cargada la corriente de gas. Por el contrario, en el segundo intercambiador de calor tiene lugar un enfriamiento de la corriente de gas hasta una temperatura lo más baja posible para condensar o congelar una proporción lo más grande posible de la sustancia que debe retirarse de la corriente de gas. La indicación "primer intercambiador de calor" y "segundo intercambiador de calor" puede referirse a dispositivos independientes espacialmente separados o bien a partes del mismo intercambiador de calor que están dispuestas a lo largo de la vía de flujo de la corriente de gas. El término "intercambiador de calor" ha de entenderse de un modo muy general en el contexto de la invención y comprende especialmente tanto equipos en los que tiene lugar una transmisión de calor indirecta entre dos sustancias, por ejemplo en superficies de intercambiador de calor, como equipos en los que se establece un contacto físico directo entre las sustancias o se efectúa un entremezclado completo o parcial de ambas sustancias.

En un perfeccionamiento preferido de la invención se calienta la corriente de gas depurada que sale del primer intercambiador de calor, concretamente de preferencia hasta una temperatura que esté por debajo del punto de rocío de la sustancia que debe separarse de la corriente de gas. Se logran así especialmente dos efectos: Por un lado, se evaporan los aerosoles que, a pesar de todo, se hayan formado en el primer intercambiador de calor. Por otro lado, se incrementa - para el caso de que el medio refrigerante que sale del segundo intercambiador de calor se utilice para fines de refrigeración en el primer intercambiador de calor - la temperatura del medio refrigerante a la salida del segundo intercambiador de calor y se reduce así el consumo de energía para calentar el medio refrigerante antes de su entrada en el primer intercambiador de calor. En el marco de la invención es incluso imaginable producir toda la potencia de calentamiento para calentar el medio refrigerante en el segundo intercambiador de calor. En este caso especial se prescinde de un equipo de calentamiento separado entre el segundo intercambiador de calor y el primero.

Se puede lograr un balance de energía aún más mejorado haciendo que la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor sea puesto en contacto térmico en el primer intercambiador de calor con la corriente de gas que se debe depurar. La refrigeración de la corriente de gas en el primer intercambiador de calor se efectúa así al menos parcialmente por medio de la propia corriente de gas depurada y se puede reducir de manera correspondiente la cantidad del medio refrigerante.

Para optimizar los efectos de la temperatura es ventajoso en la forma de realización antes citada que la corriente de gas depurada sea calentada antes de su salida del segundo intercambiador de calor, pero antes de su alimentación al primer intercambiador de calor.

Es especialmente ventajoso que la corriente de gas depurada del segundo intercambiador de calor que se debe alimentar al primer intercambiador de calor a efectos de refrigerar la corriente de gas a depurar sea mezclada y así calentada en un mezclador con al menos una parte de la corriente de gas depurada que se ha utilizado como refrigerante en el primer intercambiador de calor y que ha sido calentada por el contacto térmico con la corriente de gas a depurar. Por tanto, la corriente de gas depurada utilizada para refrigerar la corriente de gas a depurar en el primer intercambiador de calor es conducida aquí al menos parcialmente en circuito cerrado. En esta ejecución se puede prescindir de un calentamiento producido por energía extraña o el sistema de calentamiento puede utilizarse únicamente como equipo complementario.

50 Como alternativa o como complemento, en lugar del gas puro calentado que sale del primer intercambiador de calor se puede emplear también para la sollicitación del mezclador el medio refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor u otro gas sometido a presión.

Como complemento o como alternativa al concepto de un segundo intercambiador de calor con vías de flujo separadas para la corriente de gas y el medio refrigerante, una ejecución de perfeccionamiento de la invención prevé que la corriente de gas depurada se mezcle al menos parcialmente con el medio refrigerante en el segundo intercambiador de calor y se la alimente al primer intercambiador de calor a fines de intercambio de calor con la corriente de gas cargada. Por tanto, el calentamiento del medio refrigerante antes de su alimentación al primer intercambiador de calor se efectúa por medio de la propia corriente de gas depurada. Esta ejecución presupone ciertamente que en el primer intercambiador de calor se logre ya una acción de depuración de la corriente de gas

que sea suficiente para la respectiva aplicación.

El problema que sirve de base a la invención se resuelve también con un dispositivo de la clase mencionada al principio, en el que la alimentación para el medio refrigerante al primer intercambiador de calor está provista de un equipo de calentamiento y el primer intercambiador de calor está equipado con una segunda alimentación de refrigerante que está en unión de flujo con la evacuación para la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor. El equipo de calentamiento conduce a que en el primer intercambiador de calor exista tan sólo una pequeña diferencia de temperatura entre el gas del proceso y el medio refrigerante, con lo que se evita la formación de aerosoles.

Preferiblemente, la evacuación para la corriente de gas proveniente del primer intercambiador de calor está provista también de un equipo de calentamiento.

Ventajosamente, el primer intercambiador de calor está equipado con una segunda alimentación de refrigerante que está en unión de flujo con la evacuación para la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor.

Para aumentar la eficiencia de la acción de depuración y reducir los costes de la energía para el funcionamiento del dispositivo según la invención, es especialmente conveniente unir el equipo de calentamiento para el medio refrigerante y/o para la corriente de gas con un equipo de regulación por medio del cual se pueda regular la temperatura de la corriente de gas en el primer intercambiador de calor a un valor prefijado o según un programa prefijado.

Una variante igualmente ventajosa de la invención prevé que el equipo de calentamiento comprenda un mezclador con ayuda del cual el medio refrigerante a alimentar al primer intercambiador de calor pueda ser mezclado con gas puro calentado en el primer intercambiador de calor o con medio refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor o con otro gas sometido a presión. Por tanto, el calentamiento no se efectúa aquí - o sólo se efectúa en forma complementaria - por medio de un equipo de calentamiento que funciona con energía extraña, sino por medio de la adición y mezclado de al menos una parte del medio refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor.

Para poder controlar bien la temperatura del medio refrigerante a alimentar al primer intercambiador de calor es conveniente que el equipo de calentamiento comprenda un intercambiador de calor con ayuda del cual el medio refrigerante a alimentar al primer intercambiador de calor pueda entrar en contacto térmico con el medio refrigerante calentado en el segundo intercambiador de calor. Se puede volver a enfriar así un poco el medio refrigerante calentado por calentamiento o mezclado y se puede ajustar de manera correspondiente el aumento total de temperatura alcanzado en el medio refrigerante.

Como alternativa o como complemento de las formas de realización antes citadas de la invención, se utiliza un equipo mezclador con ayuda del cual el medio refrigerante puede ser atemperado antes de su alimentación al primer intercambiador de calor por mezclado con la corriente de gas depurada. En particular, se puede calentar también el gas de proceso depurado proveniente del segundo intercambiador de calor y se le puede mezclar con el refrigerante.

Otra ejecución ventajosa de la invención prevé que la alimentación para el medio refrigerante al primer intercambiador de calor esté unida para flujo con una tubería de alimentación de gas. Por tanto, la refrigeración en el primer intercambiador de calor se efectúa por medio de un gas refrigerante correspondientemente atemperado, en concreto exclusivamente o bajo mezclado del gas refrigerante alimentado por la tubería de alimentación de gas con el medio refrigerante y/o con la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor. Se proporciona así una posibilidad adicional de adaptar las condiciones de temperatura, de presión y de materiales a la respectiva aplicación. La tubería de alimentación para la corriente de gas a depurar puede estar unida también para flujo de una manera correspondiente con una tubería de alimentación de gas adicional.

Por lo demás, según la invención, se puede utilizar también una pluralidad de intercambiadores de calor que estén equipados cada uno de ellos con alimentaciones y evacuaciones para medio refrigerante y para una corriente de gas a depurar y que sean recorridos sucesivamente, pero en sentidos contrarios, por la corriente de gas y el medio refrigerante, en cuyo caso las respectivas alimentaciones para el medio refrigerante y/o la corriente de gas a un intercambiador de calor están provistas al menos parcialmente de equipos de calentamiento. Por "pluralidad de intercambiadores de calor" puede entenderse en el marco de la invención tanto un número determinado de dispositivos separados como partes de un o algún intercambiador de calor que están dispuestas a lo largo de la vía de flujo de la corriente de gas.

A continuación, se explicarán ejemplos de realización de la invención con ayuda de los dibujos.

Muestran en vistas esquemáticas:

La figura 1, el diagrama de flujo de un dispositivo según la invención en una primera forma de realización,

La figura 2, el diagrama de flujo de un dispositivo según la invención en una segunda forma de realización, en la que el medio refrigerante se calienta por adición y mezclado del gas de proceso depurado,

La figura 3, el diagrama de flujo de un dispositivo según la invención en una tercera forma de realización, en la que el medio refrigerante alimentado al primer intercambiador de calor se calienta por adición y mezclado de un refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor, y

La figura 4, el diagrama de flujo de un dispositivo según la invención en una cuarta forma de realización, en la que el medio refrigerante alimentado al primer intercambiador de calor se calienta por adición y mezclado de un medio refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor y por intercambio de calor con el medio refrigerante calentado en el segundo intercambiador de calor.

10 El dispositivo 1 mostrado en la figura 1 comprende un primer intercambiador de calor 2 y un segundo intercambiador de calor 3. Una corriente de gas de proceso a depurar, cargada con una sustancia, entra en el primer intercambiador de calor 2 por una alimentación 4 de gas de proceso y abandona el primer intercambiador de calor 2 por la salida 5 de gas de proceso, para entrar en el segundo intercambiador de calor 3 a través de una tubería 6 de gas de proceso. Una tubería 8 de gas de proceso une la salida 7 de gas de proceso del segundo intercambiador de calor 3 con una alimentación de refrigerante 10 del primer intercambiador de calor 2. Por último, el gas de proceso depurado - después de contacto térmico con el gas de proceso aún no depurado - abandona el primer intercambiador de calor 2 en la salida de refrigerante 12. El flujo del gas de proceso del primer intercambiador de calor 2 al segundo intercambiador de calor 3 y nuevamente volviendo al primer intercambiador de calor 2 se ha insinuado por medio de flechas.

20 La refrigeración en el segundo intercambiador de calor 3 se efectúa con un medio refrigerante - nitrógeno licuado en el ejemplo de realización - que se alimenta al segundo intercambiador de calor 3 por una alimentación de refrigerante 13. El medio refrigerante calentado y/o evaporado por contacto térmico con el gas de proceso en superficies de intercambiador de calor - no mostradas aquí - sale del segundo intercambiador de calor 3 por la salida de refrigerante 14 y es alimentado al primer intercambiador de calor 2 por una tubería de refrigerante 15. Aparte de la alimentación de refrigerante 10 para el gas de proceso depurado, el primer intercambiador de calor 2 posee otra entrada de refrigerante 17 que está unida para flujo con la tubería de refrigerante 15. Por último, el medio refrigerante abandona el primer intercambiador de calor 2 por la salida de refrigerante 18.

30 Al entrar el gas de proceso en el primer intercambiador de calor 2 se enfría el gas de proceso debido a la interacción térmica tanto con el gas de proceso depurado en la superficie 11 del intercambiador de calor como por contacto térmico con el medio refrigerante en la superficie 19 del intercambiador de calor. En la región de una zona de punto de rocío 20 la temperatura del gas de proceso se queda por debajo del punto de rocío de la sustancia que debe separarse del gas de proceso. Por tanto, dentro del primer intercambiador de calor 2 se encuentra una zona en la que tiene lugar una condensación o una congelación de la sustancia y que comprende la totalidad de la vía de flujo del gas de proceso entre la zona de punto de rocío 20 y la salida 5 de gas de proceso. El condensado obtenido es retirado del intercambiador de calor en un separador de condensado 22 de una manera que aquí no interesa. En el segundo intercambiador de calor 3 se depura adicionalmente el gas de proceso por contacto térmico con el medio refrigerante, depositándose el condensado aquí producido en el separador de condensado 23. El gas de proceso doblemente depurado de esta manera es retirado por una tubería de evacuación 24 o utilizado de la manera anteriormente descrita para refrigerar el gas de proceso sin depurar en el primer intercambiador de calor 2.

40 En la tubería de refrigerante 15 está previsto un equipo de calentamiento 25 con ayuda del cual se puede calentar el medio refrigerante que escapa del segundo intercambiador de calor 3. Por tanto, el medio refrigerante que llega a la superficie 19 del intercambiador de calor posee tan sólo una temperatura insignificamente más baja que la temperatura del gas de proceso en el primer intercambiador de calor 2. Por ejemplo, la diferencia de temperatura entre el gas de proceso y el medio refrigerante en el intercambiador de calor 2, cerca de la salida 5 del gas de proceso, es de aproximadamente 5-30K. Dado que el primer intercambiador de calor 2 funciona según el principio de contracorriente, se presenta en el recorrido de la totalidad de la vía de flujo del gas de proceso, pero al menos entre la zona de punto de rocío 20 y la salida 5 de gas de proceso, una diferencia de temperatura solamente pequeña entre el medio refrigerante y el gas de proceso que se debe depurar. En lugar o como complemento del calentamiento del medio refrigerante procedente del segundo intercambiador de calor 3 con ayuda del equipo de calentamiento 25 se puede aprovechar también, a través de la tubería de alimentación 26, gas correspondientemente calentado, en el ejemplo nitrógeno gaseoso, o gas que está más caliente que el medio refrigerante que sale del segundo intercambiador de calor 3.

55 En la tubería 6 de gas de proceso está dispuesto un equipo de calentamiento 27 con ayuda del cual el gas de proceso depurado en el primer intercambiador de calor 2 puede ser alimentado en estado calentado al segundo intercambiador de calor 3. Preferiblemente, el equipo de calentamiento 27 está diseñado de modo que el gas de proceso depurado sea llevado a una temperatura por encima del punto de rocío de la sustancia que se debe separar. Es cierto que en la salida del primer intercambiador de calor se ha retirado ya de la corriente de gas la mayor parte, por ejemplo más del 95% de las sustancias que se deben condensar, pero la parte restante está constituida en una proporción no pequeña por aerosoles que sólo con dificultad pueden ser retirados por

condensación. Con ayuda del equipo de calentamiento 27 se evaporan los aerosoles. En el segundo intercambiador de calor 3 estos constituyentes se condensan, en una gran parte, en forma no aerosol y pueden ser retirados del intercambiador de calor 3 de la manera acostumbrada.

5 Para optimizar el dispositivo 1 se ha previsto en la tubería 8 de gas de proceso un equipo de calentamiento 28 con ayuda del cual el gas de proceso depurado puede ser atemperado antes de su alimentación al primer intercambiador de calor 2. El objetivo es aquí también calentar el gas de proceso depurado utilizado para la refrigeración hasta una temperatura que esté sólo insignificadamente por debajo de la temperatura del gas de proceso a la salida 5 de gas de proceso del primer intercambiador de calor 2. Está también dentro del ámbito de la invención, como complemento o en lugar del calentamiento de la corriente de gas que sale del primer intercambiador de calor 2, hacer que un gas correspondientemente calentado entre en la tubería 8 de gas de proceso a través de una tubería de alimentación no mostrada aquí.

10 A diferencia del dispositivo 1, el dispositivo 30 mostrado en la figura 2 comprende solamente un condensador 31. El gas de proceso a depurar entra en el condensador 31 por una alimentación 32 de gas de proceso y abandona este condensador en forma depurado por la salida 33 de gas de proceso. El condensado producido es retirado del condensador 31 en un separador de condensado 35. La refrigeración del gas de proceso en el condensador 31 se efectúa con ayuda de un medio refrigerante, nitrógeno licuado en el ejemplo de realización, que se aporta por una tubería 36 de alimentación de gas licuado. Para calentar el medio refrigerante se ha previsto un mezclador 37 en el que se mezcla el medio refrigerante con el gas de proceso depurado. Por tanto, el mezclador 37 funciona, por un lado, como intercambiador de calor para el gas de proceso y, por otro lado, como equipo de calentamiento para el medio refrigerante. El medio refrigerante calentado es alimentado a la superficie 38 de intercambiador de calor en el condensador 31. A consecuencia de la diferencia de temperatura relativamente baja entre el medio refrigerante y el gas de proceso, tiene lugar tan sólo una pequeña formación de aerosoles en el condensador 31.

Ejemplo 1:

25 El gas de proceso entra en el intercambiador de calor 31 del dispositivo 30 con una temperatura de más 10°C. Debido al contacto térmico con el medio refrigerante se enfría el gas de proceso hasta la salida 33 de gas de proceso alcanzando una temperatura de menos 130°C. En el mezclador se mezcla este gas de proceso depurado con el nitrógeno licuado allí alimentado, el cual presenta una temperatura de menos 196°C. La mezcla producida tiene una temperatura de aproximadamente menos 150°C, y el medio refrigerante es alimentado con esta temperatura al intercambiador de calor 31. Debido al contacto térmico con el gas de proceso en la superficie 38 del intercambiador de calor se calienta el medio refrigerante hasta la salida del intercambiador de calor 31 alcanzando un valor de menos 20°C. Por tanto, en la zona de la salida 33 del gas de proceso existe entre el gas de proceso y el medio refrigerante una diferencia de temperatura de únicamente 20K, y en la zona de la alimentación del gas de proceso existe una diferencia de temperatura de únicamente 30K.

35 El ejemplo de realización según la figura 3 muestra predominantemente las mismas características que el ejemplo de realización según la figura 1, por lo que los componentes iguales están provistos de los mismo símbolos de referencia. Sin embargo, el gas de proceso depurado no es calentado en el dispositivo 40 como en el dispositivo 1 por medio de un equipo de calentamiento 28 antes de su alimentación al intercambiador de calor 2, sino que el atemperado del gas de proceso depurado se efectúa por adición y mezclado de al menos una parte del gas de proceso que escapa por la salida de refrigerante 12 y que se ha calentado por el intercambio de calor con el gas de proceso no depurado en el intercambiador de calor 2. A este fin, se deriva de la tubería 12 de salida de refrigerante una tubería 39 en la que está integrado un equipo de transporte 41. La tubería 39 desemboca por un mezclador 42 en la tubería 8 del gas de proceso. Por tanto, en este ejemplo de realización una parte del gas de proceso depurado calentado en el intercambiador de calor 2 es mezclada con el gas de proceso depurado en la tubería 8 de gas de proceso para calentar este último gas. La temperatura del gas de proceso depurado en la alimentación de refrigerante 10 puede ser influenciada por variación de la capacidad de la bomba o por adición y mezclado de refrigerante gaseoso nuevo a través de una alimentación de gas 43. En este ejemplo de realización ya no es absolutamente necesario un equipo de calentamiento separado, pero éste puede ser incorporado adicionalmente para tener más posibilidades de influir sobre la temperatura del gas de proceso. Por lo demás, en lugar o como complemento de la adición y mezclado de gas de proceso depurado calentado proveniente de la tubería 12 de salida de refrigerante se puede también mezclar total o parcialmente refrigerante calentado proveniente de la salida de refrigerante 18 o bien otro gas puesto bajo presión con el gas de proceso depurado en la tubería 8 de gas de proceso para calentar este último gas.

55 En la figura 4 se muestra una variante del procedimiento anteriormente descrito. El dispositivo 45 allí mostrado presenta, análogamente al dispositivo 40, un equipo de calentamiento 48 que comprende un mezclador 42 en el que gas de proceso depurado calentado proveniente de la salida de refrigerante 12, que se transporta por una tubería 39 bajo la acción de un equipo de transporte 41, es mezclado con el gas de proceso depurado en la tubería de gas 8. Para poder regular mejor la temperatura del gas de proceso depurado que se debe alimentar al intercambiador de calor 2, el equipo de calentamiento 48 comprende, además, un intercambiador de calor 46 que está dispuesto en la tubería 8 aguas abajo del mezclador 42. En el intercambiador de calor 46 el gas de proceso depurado entra en

intercambio de calor con el refrigerante calentado en el segundo intercambiador de calor 3 y proveniente de la tubería de refrigerante 15. Por tanto, el refrigerante conducido en la tubería de refrigerante 15 no es alimentado, como en los dispositivos 1 y 30, al primer intercambiador de calor 2, sino que proporciona un intercambio de calor con el gas de proceso depurado conducido por la tubería 8 del gas de proceso antes de la entrada de éste en el primer intercambiador de calor 2. La refrigeración del gas de proceso no depurado en el intercambiador de calor 2 se efectúa en el dispositivo 45 exclusivamente en las superficies 11 del intercambiador de calor por medio del intercambio de calor entre el gas de proceso depurado y el gas de proceso no depurado. Para mejorar las posibilidades de regulación de la temperatura se puede alimentar al refrigerante a través de la tubería de alimentación 49 un refrigerante frío nuevo, por ejemplo nitrógeno gaseoso o nitrógeno licuado frío. Sin embargo, es importante garantizar que el enfriamiento del gas de proceso en el intercambiador de calor 46 sea más pequeño que el calentamiento de gas de proceso en el mezclador 42, ya que solamente así se consigue la pequeña diferencia de temperatura deseada entre el gas refrigerante y el gas de proceso no depurado en el intercambiador de calor 2.

Ejemplo 2:

El gas de proceso no depurado que entra en el intercambiador de calor 2 de los dispositivos 1, 40 y 45 presenta a la entrada una temperatura de 0°C y a la salida una temperatura de menos 120°C. El gas de proceso alimentado al intercambiador de calor 2 por la alimentación de refrigerante 20 - al igual que el refrigerante alimentado en los dispositivos 1 y 30 por la entrada de refrigerante 17 - tiene a su entrada en el intercambiador de calor 2 una temperatura de aproximadamente menos 140°C y a su salida del intercambiador de calor 2 una temperatura de aproximadamente menos 20°C. Por tanto, la diferencia de temperatura entre el gas de proceso no depurado y los refrigerantes asciende siempre en el intercambiador de calor 2 a tan sólo aproximadamente 20 K. Esta pequeña diferencia de temperatura se consigue mediante un calentamiento del gas de proceso depurado, que se presenta en la salida 7 de gas de proceso del intercambiador de calor 3 a una temperatura de menos 150°C, y - en los dispositivos 1 y 40 - mediante un calentamiento correspondiente del refrigerante alimentado en la entrada de refrigerante 17. El calentamiento del gas de proceso depurado se efectúa en el dispositivo 1 por medio del equipo de calentamiento 28, que funciona, por ejemplo, con energía eléctrica; en el dispositivo 40 se calienta el gas de proceso depurado en el mezclador 42 por adición y mezclado del gas de proceso depurado calentado en el intercambiador de calor 2, el cual presenta aguas abajo del equipo de transporte 41 una temperatura de aproximadamente 0°C. De este modo, y eventualmente por alimentación de nitrógeno gaseoso adecuadamente atemperado por la alimentación de gas 43, se puede lograr un aumento deseado de la temperatura del gas de proceso, por ejemplo un aumento de 10 K. En el dispositivo 45 se ajusta también deliberadamente el aumento de temperatura del gas de proceso en el equipo de calentamiento 48 al valor de, por ejemplo 10 K, concretamente por adición y mezclado, en el mezclador 42, de una parte del gas de proceso depurado calentado en el intercambiador de calor 2 y mediante un intercambio de calor subsiguiente realizado en el intercambiador de calor 46.

Lista de símbolos de referencia

35	1	Dispositivo
	2	Primer intercambiador de calor
	3	Segundo intercambiador de calor
	4	Alimentación de gas de proceso (del primer intercambiador de calor)
	5	Salida de gas de proceso (del primer intercambiador de calor)
40	6	Tubería de gas de proceso
	7	Salida de gas de proceso (del segundo intercambiador de calor)
	8	Tubería de gas de proceso
	9	-
	10	Alimentación de refrigerante (para gas de proceso depurado)
45	11	Superficie de intercambiador de calor
	12	Salida de refrigerante (para gas de proceso depurado)
	13	Alimentación de refrigerante (del segundo intercambiador de calor)
	14	Salida de refrigerante (del segundo intercambiador de calor)
	15	Tubería de refrigerante
50	16	-
	17	Entrada de refrigerante (para medio refrigerante)
	18	Salida de refrigerante
	19	Superficie de intercambiador
	20	Zona de punto de rocío
55	21	-
	22	Separador de condensado (del primer intercambiador de calor)
	23	Separador de condensado (del segundo intercambiador de calor)
	24	Tubería de evacuación
	25	Equipo de calentamiento
60	26	Tubería de alimentación (para medio refrigerante gaseoso)
	27	Equipo de calentamiento

	28	Equipo de calentamiento
	29	-
	30	Dispositivo
	31	Condensador
5	32	Alimentación de gas de proceso
	33	Salida de gas de proceso
	34	-
	35	Separador de condensado
	36	Tubería de alimentación de gas licuado
10	37	Mezclador
	38	Superficie de intercambiador
	39	Tubería
	40	Dispositivo
	41	Equipo de transporte
15	42	Mezclador
	43	Alimentación de gas
	44	-
	45	Dispositivo
	46	Intercambiador de calor
20	47	Tubería
	48	Equipo de calentamiento
	49	Tubería de alimentación

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de depuración de gases, en el que una corriente de gas cargada de una sustancia es alimentada a un primer intercambiador de calor (2) con miras a su condensación y/o congelación y es puesta en contacto térmico con un medio refrigerante, y a continuación el gas depurado es alimentado a un segundo intercambiador de calor (3) y puesto en contacto térmico con un medio refrigerante, **caracterizado** porque se calienta el medio refrigerante antes de su alimentación al primer intercambiador de calor (2), y la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor (3) es puesta en contacto térmico en el primer intercambiador de calor (2) con la corriente de gas que se debe depurar.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se calienta la corriente de gas depurada antes de su alimentación al segundo intercambiador de calor (3).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque se calienta la corriente de gas depurada preferiblemente hasta una temperatura por encima del punto de rocío de la sustancia.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** porque se calienta la corriente de gas depurada después de su evacuación del segundo intercambiador de calor (3), pero antes de su alimentación al primer intercambiador de calor (2).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la corriente de gas depurada del segundo intercambiador de calor (3) que se debe alimentar al primer intercambiador de calor (2) a fines de intercambio de calor con la primera corriente de gas a depurar es mezclada y así calentada en un mezclador (42) con al menos una parte de la corriente de gas depurada, calentada en el primer intercambiador de calor (2) por contacto térmico con la corriente de gas a depurar, o con al menos una parte del medio refrigerante, calentado en el primer intercambiador de calor (2) por contacto térmico con la corriente de gas a depurar, o de otro gas sometido a presión.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la corriente de gas depurada proveniente del primer intercambiador de calor (31) es mezclada al menos parcialmente en un mezclador (37) con el medio refrigerante y alimentada al primer intercambiador de calor (31) a fines de intercambio de calor con la corriente de gas cargada.
7. Dispositivo de depuración de gases, que comprende un primer intercambiador de calor (2, 31) y un segundo intercambiador de calor (3, 37) que están equipados cada uno de ellos con una alimentación (4, 6, 32) y una evacuación (5, 8, 33) para una corriente de gas a depurar, así como con una alimentación (13, 15) y una evacuación (14, 18) para un medio refrigerante y con una evacuación (22, 35) para condensado, **caracterizado** porque la alimentación (15) para el medio refrigerante al primer intercambiador de calor (2, 31) está provista de un equipo de calentamiento (25, 27, 37) y el primer intercambiador de calor (2) está equipado con una segunda alimentación de refrigerante (10) que está en unión de flujo con la evacuación (8) para la corriente de gas depurada proveniente del segundo intercambiador de calor (3).
8. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque la evacuación (6) para la corriente de gas proveniente del primer intercambiador de calor (2, 31) está provista de un equipo de calentamiento (25, 27, 37).
9. Dispositivo según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque los equipos de calentamiento (25, 27) para el medio refrigerante y/o para la corriente de gas están unidos con un equipo de regulación por medio el cual se puede regular la temperatura de la corriente de gas en el primer intercambiador de calor (2) a un valor prefijado o según un programa prefijado.
10. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado** porque el equipo de calentamiento comprende un mezclador (42) con ayuda del cual el medio refrigerante a alimentar al primer intercambiador de calor (2) puede ser mezclado con gas depurado calentado en el primer intercambiador de calor (2) o con medio refrigerante calentado en el primer intercambiador de calor (2) o con otro gas sometido a presión.
11. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, **caracterizado** porque el equipo de calentamiento comprende un intercambiador de calor (46) con ayuda del cual el medio refrigerante a alimentar al primer intercambiador de calor (2) puede entrar en contacto térmico con el medio refrigerante calentado en el segundo intercambiador de calor (3).
12. Dispositivo según la reivindicación 7, **caracterizado** porque el equipo de calentamiento del medio refrigerante consiste en un equipo mezclador (37) en el que se pueden mezclar al menos parcialmente la corriente de gas depurada y el medio refrigerante.
13. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 12, **caracterizado** porque la alimentación (15) para el medio refrigerante al primer intercambiador de calor (2) y/o la alimentación (6) para la corriente de gas del segundo intercambiador de calor están unidas para flujo con una tubería de alimentación de gas (25).

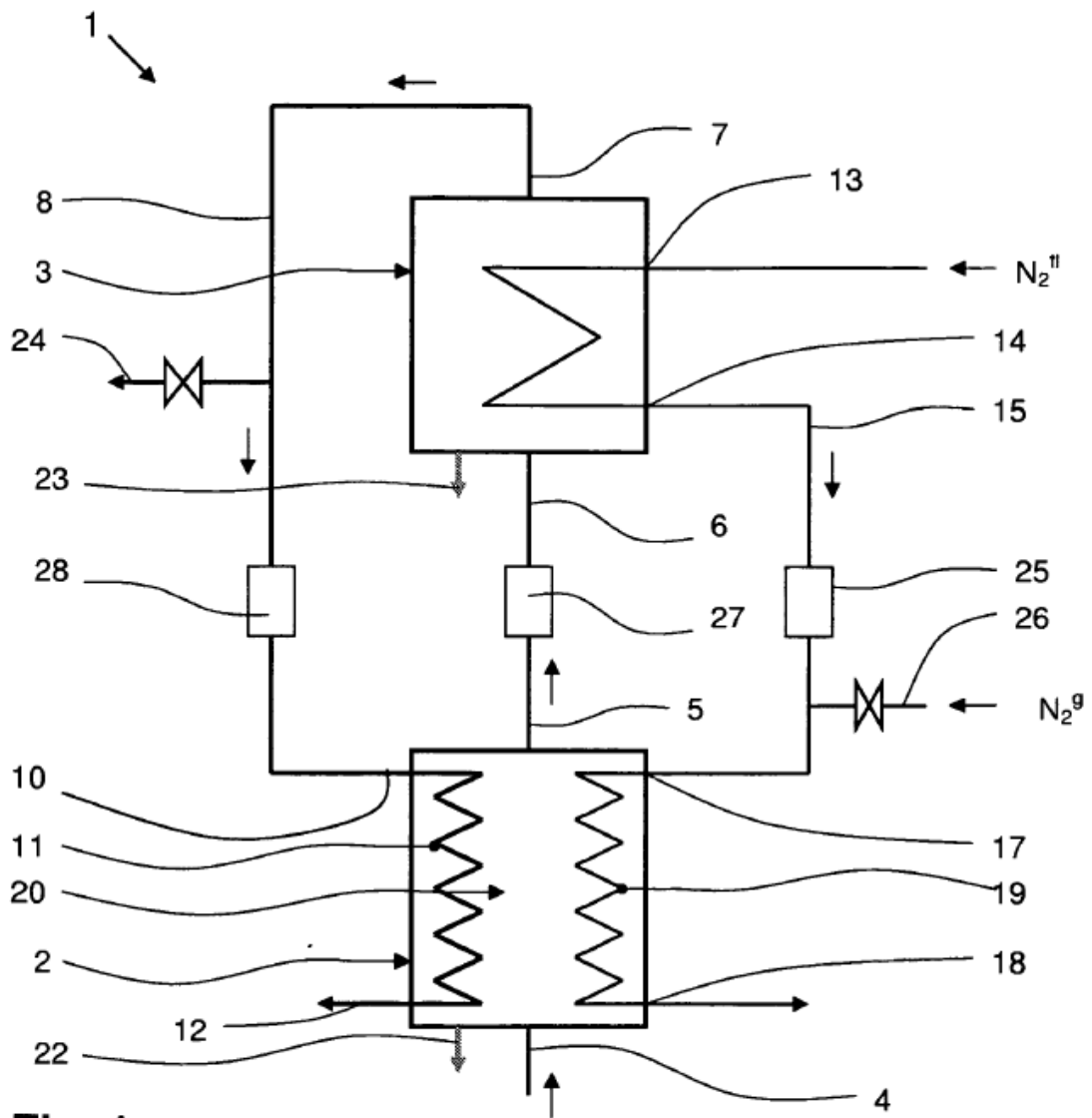


Fig. 1

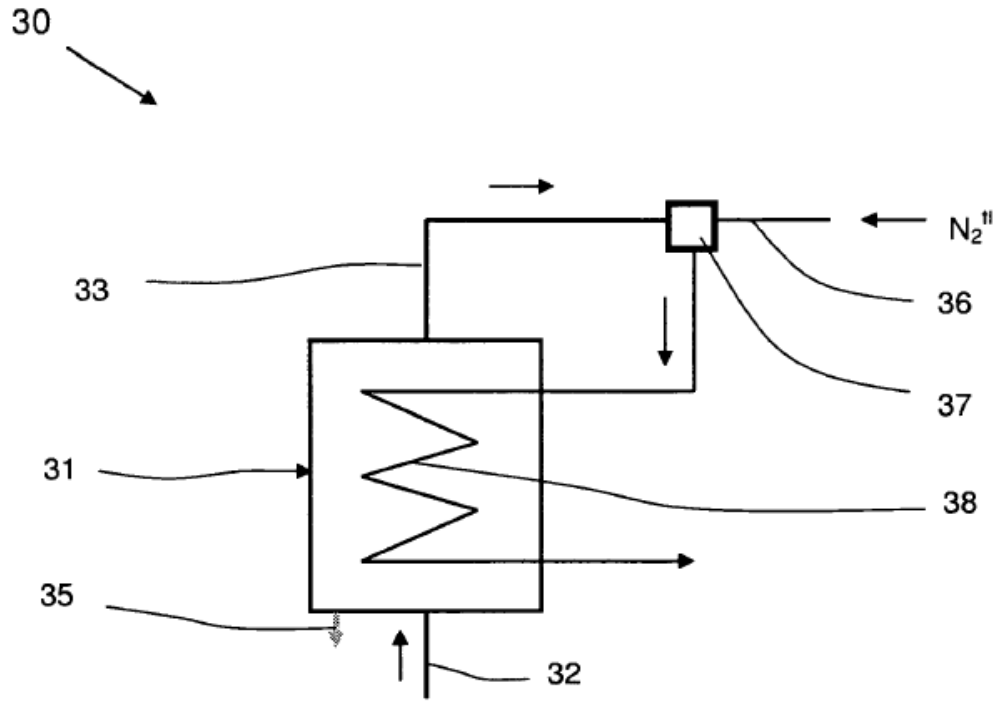


Fig. 2

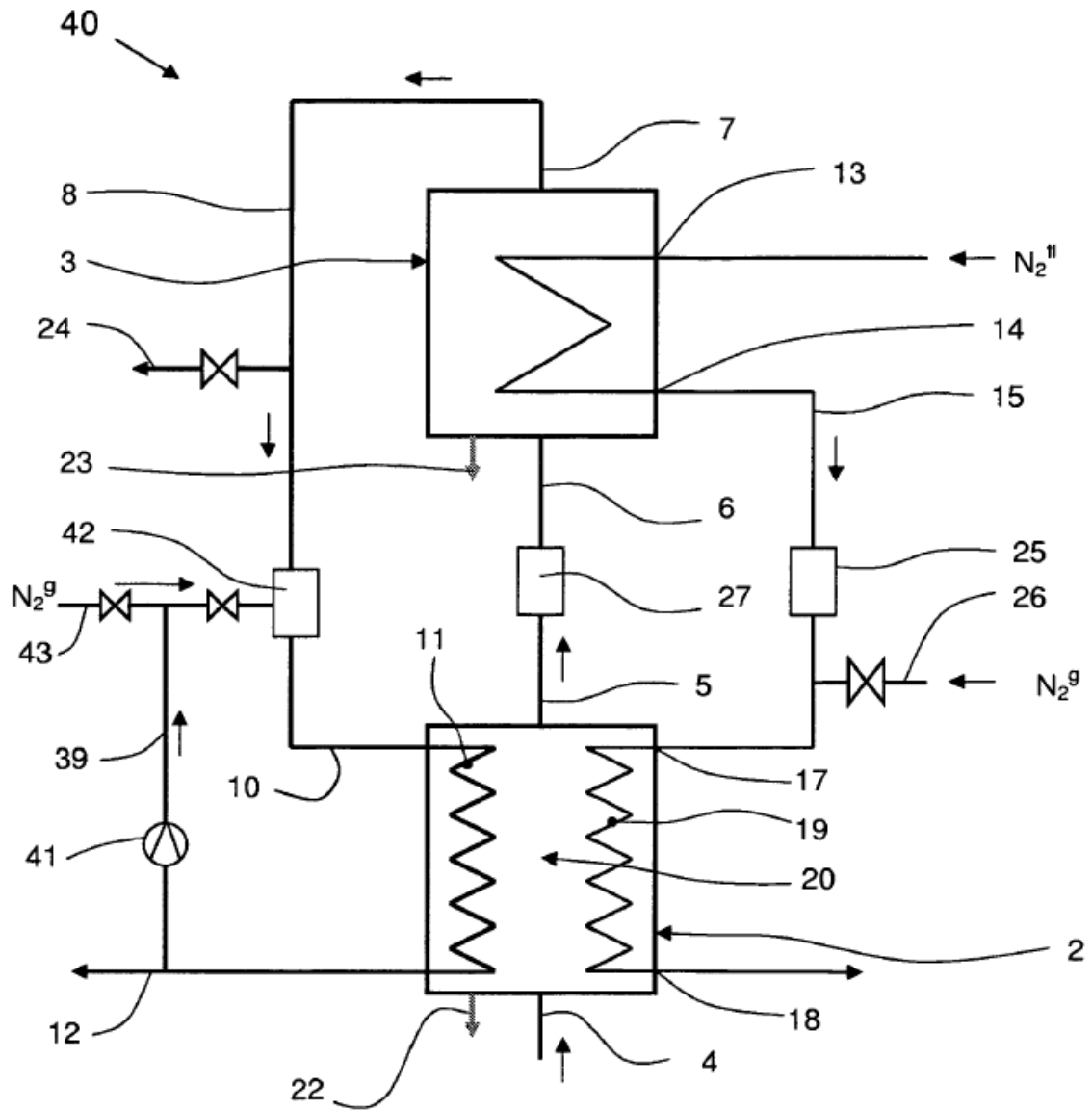


Fig. 3

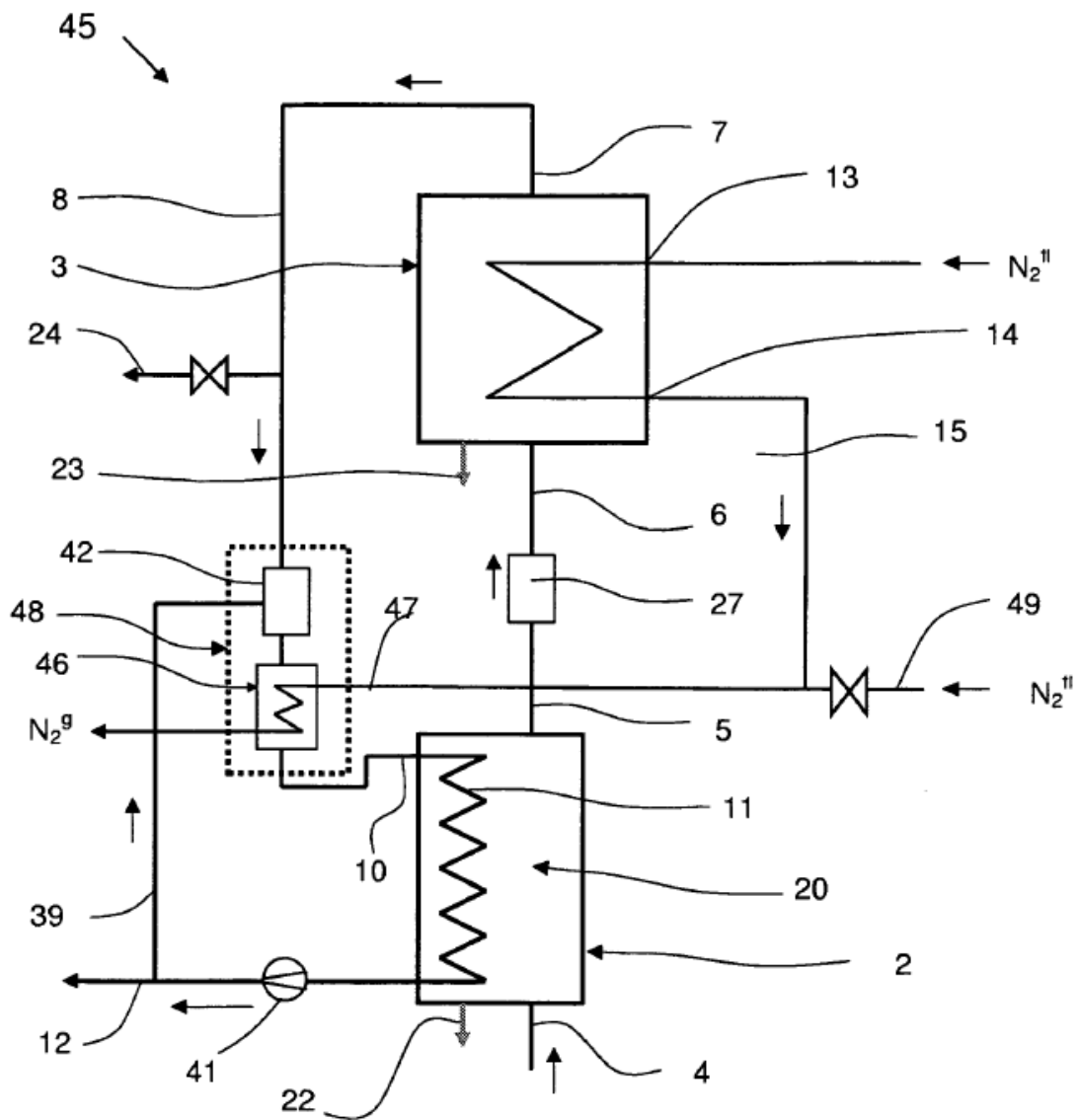


Fig. 4