

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 550 332**

51 Int. Cl.:

**F17C 5/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2012** **E 12198468 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.08.2015** **EP 2746641**

54 Título: **Compresión y enfriamiento de un gas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.11.2015**

73 Titular/es:

**LINDE AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)**  
**Klosterhofstrasse 1**  
**80331 München, DE**

72 Inventor/es:

**SILFWERBRAND, JAN y**  
**LJUNGBERG, OLLE**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 550 332 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**

Compresión y enfriamiento de un gas

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un método de tratar un gas, comprendiendo el método una o más etapas de compresión en las que un gas impulsor presurizado acciona un pistón que comprime el gas, una etapa de enfriamiento en la que el gas impulsor expandido enfría el gas comprimido, y una etapa de llenado en la que el gas comprimido enfriado, o uno de sus condensados, se llena en un cilindro receptor de gas. La presente invención se refiere también a un método de recuperar un gas, en el que el gas se trata con el método anteriormente mencionado de tratar un gas, a un sistema de compresión de gas, y a un uso de un gas impulsor expandido de un dispositivo de compresión de gas que utiliza un gas impulsor presurizado para proporcionar un gas comprimido.

**Antecedentes de la técnica**

15 Un elevador de la presión de gas neumáticamente impulsado es un compresor que comprende una cámara de compresión para el gas a comprimir, una cámara de trabajo para un gas impulsor presurizado, típicamente aire presurizado, y un pistón accionado por el aire impulsor presurizado y que comprime el gas en la cámara de compresión. Para obtener un aumento de presión deseablemente alto del gas a comprimir, el aire presurizado en la cámara de trabajo ejerce su presión sobre un pistón de gran área de aire acoplado por medio de una barra de conexión a un pistón de pequeña área de gas que comprime el gas en la cámara de compresión. Las cámaras de compresión y de trabajo están provistas de válvulas que controlan los flujos de aire impulsor y gas a comprimir, respectivamente, y que permiten la acción de vaivén de los pistones de aire y gas acoplados. El enfriamiento del elevador de la presión de gas se puede proporcionar enviando gas impulsor expandido frío a través de una camisa que rodea la cámara de compresión.

20 Los gases se pueden almacenar y distribuir a alta presión, o en forma líquida (condensados), en cilindros de gas. Llenar un cilindro de gas con un gas a una alta presión puede implicar el aumento de la presión del gas con un elevador de la presión del gas. El incremento de la temperatura del gas que es un resultado de la compresión del gas en el elevador de la presión del gas es, sin embargo, generalmente no deseable cuando se llena un cilindro de gas a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada, tal como temperatura ambiente. Licuar un gas antes de introducirlo en un cilindro de gas puede implicar elevar la presión del gas con un elevador de la presión del gas y subsecuentemente condensar el gas presurizado por enfriamiento de dicho gas. En este caso, el incremento de temperatura del gas que es un resultado de la compresión del gas en el elevador de la presión del gas afecta negativamente a la eficiencia del enfriamiento subsecuente con el objetivo de condensación del gas comprimido.

25 El documento DE 10 2006 039 616 B3 describe un método en el que gas combustible comprimido se divide en una primera corriente parcial de gas y una segunda corriente parcial de gas. La primera corriente parcial de gas se expande por medio de una máquina de trabajo, en particular una turbina de expansión. La segunda corriente parcial de gas se comprime por medio de un compresor, que es impulsado por medio de por lo menos una máquina de trabajo. El calor, que se genera en la segunda corriente parcial de gas por su compresión, se disipa y se usa para calentar la primera corriente parcial de gas. El gas combustible licuado se almacena en un recipiente térmicamente aislado.

**Sumario de la invención**

35 Un objetivo de la presente invención es paliar las desventajas mencionadas anteriormente relacionadas con el aumento de la temperatura del gas que son un resultado de la compresión del gas. Como se refleja en las reivindicaciones adjuntas, la invención se basa en la utilización de una capacidad de enfriamiento hasta ahora no identificada del gas impulsor expandido de un elevador de la presión del gas para ajustarse a los requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido por el elevador de la presión del gas.

45 Este objetivo así como otros objetivos de la invención, que debería ser evidente para una persona experta en la técnica después de haber estudiado la descripción siguiente, se consigue de este modo por un método de tratar un gas, comprendiendo el método

50 una o más etapas de compresión precedentes, en la dirección de flujo del gas, el llenado del gas, o de uno de sus condensados, en un cilindro de gas, en cuya(s) etapa(s) de compresión el gas se hace pasar a una cámara de compresión, un gas impulsor presurizado se hace pasar a una cámara de trabajo, el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo acciona un pistón que comprime el gas en la cámara de compresión, el gas comprimido se descarga desde la cámara de compresión, y el gas impulsor presurizado se descarga de la cámara de trabajo y se expande,

55 una etapa de enfriamiento para enfriar con gas impulsor expandido en cuya etapa de enfriamiento el gas comprimido descargado de la última, en la dirección de flujo del gas, de la una o más etapas de compresión se pone en contacto indirecto de intercambio de calor con el gas impulsor expandido de por lo menos una de dichas etapas de

compresión, y se transfiere calor desde el gas comprimido hasta el gas impulsor, enfriando por ello el gas comprimido, y

una etapa de llenado en la que el gas comprimido enfriado, o uno de sus condensados, se introduce en un cilindro receptor de gas.

- 5 El gas a tratar puede ser cualquier gas que se almacena y distribuye en cilindros de gas, por ejemplo, un gas que tiene una aplicación industrial o médica, tal como monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, acetileno, metano, nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono, neón, xenón, óxido nitroso o helio, o una de sus mezclas.

Una "etapa de compresión" tal como se usa aquí se refiere a una etapa para la compresión del gas a tratar. Una "etapa de compresión" tal como se usa aquí se puede realizar en un elevador de la presión del gas como se describe en la anterior sección de antecedentes. La presión del gas a tratar se puede incrementar en una etapa de compresión o en más de una etapa de compresión, tal como en dos, tres o más, típicamente en serie, etapas de compresión. En el caso de etapas de compresión en serie, el gas a tratar se trata secuencialmente por medio de dichas etapas de compresión, incrementando por ello su presión en varias etapas. El gas impulsor presurizado es típicamente aire presurizado. La compresión del gas a tratar, es decir, el gas en la cámara de compresión, puede provocar que dicho gas se caliente. La expansión del gas impulsor descargado puede provocar que el gas impulsor descargado se enfríe.

Una "etapa de enfriamiento" tal como se usa aquí se refiere a una etapa para el enfriamiento del gas a tratar. La frase "contacto indirecto de intercambio de calor" tal como se usa aquí se refiere a un contacto entre dos fluidos que permite la transferencia de calor, pero no la transferencia de masa, entre los fluidos. En la etapa de enfriamiento para el enfriamiento con gas impulsor expandido, el gas comprimido descargado se puede poner en contacto indirecto de intercambio de calor con el gas impulsor expandido haciendo pasar los gases respectivos a través de un intercambiador de calor, tal como un tubo de doble pared, tal como se expone a continuación. El contacto indirecto de intercambio de calor entre el gas comprimido caliente y el gas impulsor frío da como resultado la transferencia de calor desde el gas comprimido al gas impulsor y de este modo al enfriamiento del gas comprimido. El gas comprimido que ha sido tratado en más de una etapa de compresión se puede enfriar en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido por medio de gas impulsor expandido de cualquiera de dichas etapas de compresión.

En la etapa de llenado, el gas que se ha comprimido en la una o más etapas de compresión y enfriado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido se puede introducir en un cilindro receptor de gas. Alternativamente, un condensado de un gas que se ha comprimido en la una o más etapas de compresión y enfriado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido se puede introducir en un cilindro de recepción de gas. Un "cilindro de gas" tal como se usa aquí se refiere a un recipiente de presión, que puede ser estático o portátil. El cilindro de gas puede ser uno de un conjunto de cilindros de gas, es decir, uno de varios, tales como 4, 8 o 12 cilindros de gas totales que comparten un colector de carga/descarga común. El cilindro de gas se puede disponer de este modo para almacenar y/o para distribuir el gas comprimido y enfriado, y opcionalmente condensado.

En otras palabras, el método puede carecer de etapas de compresión de la clase antes mencionada entre el tratamiento del gas comprimido descargado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido y el tratamiento del gas comprimido enfriado, o su condensado, en la etapa de llenado. La frase "etapa(s) de compresión de la clase antes mencionada" tal como se usa aquí, se refiere a la(s) etapa(s) de compresión mencionada(s) inicialmente en la descripción anterior del presente método, es decir, a la(s) etapa(s) de compresión en la(s) que se hace pasar un gas a una cámara de compresión, se hace pasar un gas impulsor presurizado a una cámara de trabajo, el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo acciona un pistón que comprime el gas en la cámara de compresión, el gas comprimido se descarga de la cámara de compresión, y el gas impulsor presurizado se descarga de la cámara de trabajo y se expande. Que el presente método "carece de etapa(s) de compresión de la clase anteriormente mencionada entre el tratamiento del gas comprimido descargado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido y el tratamiento del gas comprimido enfriado, o su condensado, en la etapa de llenado" de este modo quiere decir que el gas a tratar, después de haber sido comprimido inicialmente por la una o más etapas de compresión y enfriado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido, no se comprime adicionalmente de una manera similar a la compresión inicial antes de que dicho gas, o uno de sus condensados, se ha introducido en un cilindro de gas.

Por el presente método, una capacidad de enfriamiento hasta ahora no identificada del gas impulsor expandido de una etapa de compresión impulsado por un gas impulsor comprimido se utiliza para disminuir la temperatura del gas comprimido resultante de una etapa de compresión impulsada por un gas impulsor comprimido. El incremento de calor de un gas que es el resultado de su compresión se puede por consiguiente contrarrestar eficientemente, facilitando por ello el llenado de un cilindro de gas con el gas comprimido a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada o ajustándose a otros requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido.

El método es operativo dentro de un gran intervalo de presión y se puede, como ejemplo, usar para incrementar la

presión de un gas desde una presión inferior dentro del intervalo de alrededor de 0,1-200 bar (g) hasta una presión superior dentro de dicho intervalo. Típicamente, cada etapa de compresión proporciona un incremento de presión de cinco veces a veinte veces, tal como un aumento de presión de diez veces, dentro de dicho intervalo de presión. Tal como se usa en todo este texto, la abreviatura "bar (g)" se debe entender como "bar (manométrico)", es decir, como una unidad de presión manométrica que identifica la presión en bares por encima de la presión atmosférica.

Una aplicación apropiada del método es el llenado de un cilindro receptor de gas con un gas desde un cilindro de suministro de gas, siendo la presión del gas del cilindro de suministro de gas más baja que la presión del gas del cilindro receptor de gas. Tal llenado, desde un cilindro de gas de más baja presión a un cilindro de gas a más alta, presión, permite un vaciado más completo del cilindro de suministro de gas, y de este modo un uso más eficiente del gas, que si una operación de llenado se va a interrumpir tan pronto como la presión del gas del cilindro de suministro de gas cae por debajo de la presión del gas del cilindro receptor de gas. Una realización de esta solicitud se refiere a la preparación de mezclas de gases, específicamente cuando un componente de una mezcla de gases se va a añadir desde un cilindro de suministro de gas a una presión inferior, a otro componente gaseoso ya presente en el cilindro receptor de gas a una presión mayor. Tales mezclas de gases se pueden usar para fines médicos. Los ejemplos de tales mezclas de gases médicos son una mezcla de óxido nitroso y oxígeno (tal como alrededor de 50% de N<sub>2</sub>O y alrededor del 50% de O<sub>2</sub>, proporcionada con los nombres Medimix® y Livopan®), una mezcla de monóxido de carbono, acetileno, metano y oxígeno en nitrógeno (tal como alrededor de 0,3% de CO, alrededor de 0,3% de C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, alrededor de 0,3% de CH<sub>4</sub> y alrededor de 20,9% de O<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>, usado como un gas de ensayo pulmonar), una mezcla de monóxido de carbono, helio y oxígeno en nitrógeno (tal como alrededor de 0,28% de CO, alrededor de 9,3% de He y alrededor de 20,9% de O<sub>2</sub> en N<sub>2</sub>, usado como un gas de ensayo pulmonar) y una mezcla de monóxido de nitrógeno en nitrógeno (tal como 400 ppm de NO en N<sub>2</sub>, proporcionada con el nombre de INOmax®).

El método puede comprender además una etapa de enfriamiento para el enfriamiento adicional en el que el gas comprimido de la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido se pone en contacto indirecto de intercambio de calor con un medio de enfriamiento, enfriando por ello adicionalmente el gas comprimido antes de su tratamiento en la etapa de llenado. La expresión "etapa de enfriamiento" y la frase "contacto indirecto de intercambio de calor" tienen sus significados antes mencionados. En la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional el medio de enfriamiento puede ser cualquier fluido más frío que el gas comprimido a enfriar adicionalmente. Alternativamente, el medio de enfriamiento puede ser cualquier fluido más frío que el gas comprimido, menos un gas impulsor expandido procedente de la una o más etapas de compresión. Un medio de enfriamiento apropiado es agua. En la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional, el gas comprimido de la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido se puede poner en contacto indirecto de intercambio de calor con el medio de enfriamiento por el uso de un intercambiador de calor, por ejemplo, haciendo pasar el gas comprimido por un tubo dispuesto en un recipiente que comprende el medio de enfriamiento, tal como se expone a continuación. El contacto indirecto de intercambio de calor entre el gas comprimido y el medio de enfriamiento da como resultado la transferencia de calor desde el gas al medio de enfriamiento, y de este modo al enfriamiento adicional del gas comprimido. Cuando una etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional está presente para satisfacer cualquier requisito de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido, los requisitos de capacidad de enfriamiento de tal etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional se facilitan ventajosamente por la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido del presente método.

El gas comprimido se puede condensar en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional y el condensado se puede introducir en el cilindro receptor de gas en la etapa de llenado. Se prefiere almacenar y distribuir ciertos gases, tales como óxido nitroso, en forma líquida. La etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional puede en tal caso servir para condensar, es decir licuar, el gas comprimido. Enfriando en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional el gas comprimido hasta, o por debajo de, su punto de condensación, obtenible de manuales o por experimentación de rutina, para el gas en cuestión a la presión relevante, el gas se puede condensar. Cuando la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional está presente para licuar el gas comprimido en la preparación para el llenado del cilindro de gas con un condensado del gas, los requisitos de capacidad de enfriamiento en tal etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional se facilitan ventajosamente por la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido del presente método.

En la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido el gas comprimido descargado de cada una de las etapas de compresión se puede poner en contacto indirecto de intercambio de calor con el gas impulsor expandido de cada respectiva etapa de compresión. En el caso de etapas de compresión en serie, el gas impulsor expandido de la última, desde el punto de vista del gas a tratar, etapa de compresión de la serie es el gas impulsor expandido con el que el gas comprimido de las etapas de compresión se pone en contacto en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido. Por consiguiente, es el gas impulsor expandido de la última etapa de compresión el que proporciona la capacidad de enfriamiento no identificada hasta ahora que se utiliza para facilitar el llenado de un cilindro de gas con el gas comprimido a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada o el ajuste a otros requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido.

Los objetivos de la invención también se consiguen por un método de recuperación de un gas, en el que se proporciona el gas de un cilindro de suministro de gas y se trata con el método presentado anteriormente. Los cilindros de gas devueltos por los usuarios finales a un suministrador de gas o productor de gas para rellenado típicamente contienen una cantidad residual de gas a baja presión. En el caso de gases distribuidos en forma líquida

(condensada), los cilindros de gas retornados pueden contener una cantidad residual de gas en forma líquida. Por razones económicas y/o medioambientales puede ser de interés recuperar tales cantidades residuales de gas. Como un ejemplo, la preocupación medioambiental exige la recuperación de óxido nitroso. Como otro ejemplo, puede ser deseable recuperar gases caros tales como helio. El "cilindro de suministro de gas", tal como se usa aquí se puede referir a un cilindro de gas que contiene un gas a recuperar a 10% o menos de la presión de llenado nominal de dicho cilindro de gas. Alternativamente, el "cilindro de suministro de gas", tal como se usa aquí se puede referir a un cilindro de gas que contiene un gas en forma líquida a 10% o menos del peso de llenado nominal de dicho cilindro de gas. La expresión "cilindro de gas" tiene su significado anteriormente mencionado. En el método para recuperar un gas, la capacidad de enfriamiento hasta ahora no identificada de dicho gas impulsor expandido se utiliza para disminuir la temperatura del gas comprimido procedente de un cilindro de suministro de gas, facilitando por ello el llenado de un cilindro receptor de gas con el gas comprimido a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada o ajustándose a otros requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido. Los métodos permiten la recuperación de gases que de otro modo habrían sido emitidos a la atmósfera, conduciendo a problemas medioambientales o a pérdidas económicas.

Por problemas medioambientales se prefiere recuperar óxido nitroso. En la una o más etapas de compresión la presión del óxido nitroso se puede elevar de alrededor de 0,1-20, preferentemente 0,1-10, bar (g), que puede representar la presión del óxido nitroso en el cilindro de suministro de gas, a alrededor de 50-75 bar (g). Se prefiere tratar el óxido nitroso en dos etapas de compresión en serie. En el caso en el que el óxido nitroso se trata en dos etapas de compresión en serie, la primera etapa de compresión puede elevar la presión del óxido nitroso de alrededor de 0,1-20, preferentemente 0,1-10, bar (g) a alrededor de 10-50 bar (g) y la segunda etapa de compresión puede elevar la presión adicionalmente de alrededor de 10-50 bar (g) a alrededor de 50-75 bar (g). En el caso de que el óxido nitroso se trate en dos etapas de compresión en serie, es el gas impulsor expandido de la segunda etapa de compresión el que proporciona la capacidad de enfriamiento no identificada hasta ahora que se utiliza para ajustarse a los requisitos de enfriamiento aguas abajo del óxido nitroso.

En la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido, la temperatura del óxido nitroso se puede bajar de alrededor de 50-60°C a alrededor de 20-30°C. De este modo es evidente que el método proporciona una significativa disminución de la temperatura del óxido nitroso comprimido y por consiguiente una significativa facilidad de cualquier requisito de enfriamiento aguas abajo del óxido nitroso.

Dado que el óxido nitroso comúnmente se almacena y distribuye en forma líquida, se prefiere que el método comprenda una etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional como se expone anteriormente. El óxido nitroso se puede condensar en dicha etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional y el óxido nitroso condensado se puede introducir en el cilindro receptor de gas en la etapa de llenado. La condensación del óxido nitroso en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional se puede obtener enfriando el óxido nitroso a alrededor de 5-10°C. De este modo, el óxido nitroso que se ha comprimido a alrededor de 50-75 bar (g) en la(s) etapa(s) de compresión se puede enfriar a alrededor de 20-30°C en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido y se puede enfriar adicionalmente a alrededor de 5-10°C en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional. El medio de enfriamiento utilizado en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional para condensar el óxido nitroso puede ser agua a alrededor de 3-8°C.

Los objetivos de la invención se consiguen también por medio de un sistema de compresión de gas que comprende

uno o más dispositivos de compresión de gas que comprenden una cámara de compresión dispuesta para recibir un gas, una cámara de trabajo dispuesta para recibir un gas impulsor presurizado, un pistón dispuesto para ser accionado por el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo y para comprimir el gas en la cámara de compresión,

un intercambiador de calor indirecto para enfriar con gas impulsor expandido dispuesto para permitir la transferencia de calor de un gas comprimido del último, en la dirección de flujo del gas, del uno o más dispositivos de compresión a un gas impulsor expandido de por lo menos uno de los dispositivos de compresión, y

una estación de llenado dispuesta para recibir un gas enfriado, o uno de sus condensados, del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido y para introducir dicho gas o condensado en un cilindro de gas.

Un "dispositivo de compresión" tal como se usa aquí puede tener cualquiera de las características estructurales o funcionales de un elevador de la presión del gas como se describe en la anterior sección de antecedentes. El sistema de compresión de gas puede comprender más de un dispositivo de compresión, tal como dos, tres o más dispositivos de compresión, típicamente conectados en serie desde el punto de vista del gas a comprimir. En el caso de dispositivos de compresión en serie, el gas a comprimir se comprime secuencialmente por dichos dispositivos de compresión, incrementando por ello su presión en varias etapas.

Un "intercambiador de calor indirecto" tal como se usa aquí se refiere a un intercambiador de calor que permite la transferencia de calor, pero no la transferencia de masa, entre dos fluidos. El intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido se puede disponer para permitir que el gas comprimido que ha sido

comprimido en más de un dispositivo de compresión se enfríe por medio de gas impulsor expandido de cualquiera de dichos dispositivos de compresión.

La estación de llenado se puede disponer para recibir un gas enfriado del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido y para introducir dicho gas enfriado en un cilindro de gas. Alternativamente, la estación de llenado se puede disponer para recibir un condensado de un gas enfriado del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido y para introducir dicho gas condensado en un cilindro de gas. El "cilindro de gas" tiene su significado anteriormente mencionado.

En otras palabras, el uno o más dispositivos de compresión se pueden disponer aguas arriba, en la dirección del flujo del gas, de la estación de llenado. De este modo, el sistema puede carecer de tal(es) dispositivo(s) de compresión, dispuesto(s) para comprimir un gas, o uno de sus condensados, que fluyen del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido a la estación de llenado. La frase "tal(es) dispositivo(s) de compresión" como se usa aquí se refiere al(a los) dispositivo(s) de compresión inicialmente mencionado(s) en la descripción anterior del presente sistema, es decir, a dispositivo(s) de compresión que comprende(n) una cámara de compresión dispuesta para recibir un gas, una cámara de trabajo dispuesta para recibir un gas impulsor presurizado, un pistón dispuesto para ser accionado por el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo y comprimir el gas en la cámara de compresión. Que el presente método "carece de tal(es) dispositivo(s) de compresión dispuesto(s) para comprimir un gas, o uno de sus condensados, que fluye del intercambiador de calor indirecto para el enfriamiento con gas impulsor expandido a la estación de llenado" de este modo significa que el gas a comprimir, después de haber sido comprimido inicialmente por el uno o más dispositivos de compresión y enfriado por el intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido, no se comprime adicionalmente por un dispositivo similar a dicho(s) dispositivo(s) de compresión inicial(es) antes de que dicho gas, o su condensado, ha fluido a la estación de llenado.

Por el presente sistema, una capacidad de enfriamiento no identificada hasta ahora del gas impulsor expandido de un dispositivo de compresión impulsado por un gas impulsor comprimido se utiliza para disminuir la temperatura del gas comprimido resultante de un dispositivo de compresión impulsado por un gas impulsor comprimido. El incremento de calor de un gas resultante de su compresión por consiguiente se puede contrarrestar eficientemente, facilitando por ello el llenado de un cilindro de gas con el gas comprimido a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada o ajustándose a otros requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido.

El intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido puede comprender un tubo de doble pared que forma un paso interior y exterior de fluido a través del tubo. El tubo de doble pared se puede disponer para transportar uno del gas comprimido y el gas impulsor expandido a través del paso interior de fluido y el otro a través del paso exterior de fluido. Preferentemente, el tubo de doble pared está dispuesto para transportar el gas comprimido a través del paso interior de fluido interior y el gas impulsor expandido a través del paso exterior de fluido.

El sistema puede comprender adicionalmente un intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional dispuesto para permitir el transporte de calor desde un gas enfriado del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido a un medio de enfriamiento, y la estación de llenado se puede disponer para recibir un gas enfriado, o uno de sus condensados del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional y para introducir dicho gas o condensado en un cilindro de gas. Cuando un intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional está presente para satisfacer cualquier requisito de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido, los requisitos de capacidad de enfriamiento en tal intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional se facilitan ventajosamente por el intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido del presente sistema.

El intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional puede comprender un tubo dispuesto para transportar el gas comprimido, estando dispuesto el tubo en un recipiente dispuesto para contener el medio de enfriamiento.

Los objetivos de la invención se consiguen también por el uso de un gas impulsor expandido, de un dispositivo de compresión de gas que utiliza un gas impulsor presurizado para proporcionar un gas comprimido, en un manejo subsecuente del gas comprimido, como medio de enfriamiento para el enfriamiento del gas comprimido previamente a introducir el gas comprimido, o uno de sus condensados, en un cilindro de gas, el subsecuente manejo del gas comprimido antes de introducir el gas comprimido, o su condensado en el cilindro de gas, que carece de compresión adicional del gas comprimido por un dispositivo de compresión de gas que utiliza un gas impulsor presurizado para proporcionar un gas comprimido.

El dispositivo de compresión de gas puede tener cualquiera de las características estructurales o funcionales de un elevador de la presión de gas como se describe en la anterior sección de antecedentes. El gas impulsor puede ser aire. Por el presente uso, una capacidad de enfriamiento no identificada hasta ahora del gas impulsor expandido de un dispositivo de compresión que utiliza un gas impulsor comprimido para proporcionar un gas comprimido se utiliza para disminuir la temperatura del gas comprimido. El incremento de calor de un gas que es el resultado de su

compresión por consiguiente se puede contrarrestar eficientemente, facilitando por ello el llenado de un cilindro de gas con el gas comprimido a una presión de llenado nominal definida a una temperatura predeterminada o ajustándose a otros requisitos de enfriamiento aguas abajo del gas comprimido.

5 El manejo subsecuente del gas comprimido puede comprender el enfriamiento adicional del gas comprimido. El uso del gas impulsor expandido para el enfriamiento del gas comprimido contribuye a la disminución de las demandas de tal enfriamiento adicional del gas comprimido.

10 El enfriamiento adicional del gas comprimido puede comprender la condensación del gas comprimido. Como se mencionó anteriormente, es deseable almacenar o distribuir ciertos gases en forma líquida. El uso del gas impulsor expandido para el enfriamiento del gas comprimido se puede utilizar de este modo ventajosamente para la condensación del gas comprimido antes de introducir el condensado en un cilindro de gas.

### Breve descripción del dibujo

La Fig. 1 es una ilustración esquemática de un ejemplificante sistema de compresión de gas según la presente invención.

### Descripción detallada

15 La Fig. 1 muestra un sistema 1 de compresión de gas. El sistema 1 de compresión de gas se dispone para recuperar y comprimir un gas presente en cantidades residuales en cilindros 2 de gas. El sistema 1 de compresión de gas comprende, como sus componentes principales, un rack 4 de vaciado, dispositivos 6 y 8 de compresión, un intercambiador 10 de calor indirecto para el enfriamiento con gas impulsor expandido, un intercambiador 12 de calor indirecto para el enfriamiento adicional, y una estación 14 de llenado.

20 En el rack 4 de vaciado, se pueden conectar cilindros 2 de suministro de gas que comprenden cantidades residuales de un gas a comprimir. Una bomba 16 de vacío retira los gases contaminantes del sistema 1 de compresión de gas antes de que entre gas de los cilindros 2 de gas en el sistema vía el rack 4 de vaciado.

25 Cada uno de los dispositivos 6 y 8 de compresión, que son elevadores de la presión del gas impulsados neumáticamente, tiene una cámara 18 de compresión para el gas a comprimir, una cámara 20 de trabajo para un gas impulsor presurizado, aire 22 típicamente presurizado, y un pistón 24 de gas accionado por el aire impulsor presurizado y que comprime el gas en la cámara 18 de compresión. Para obtener un incremento de presión deseablemente alto del gas a comprimir, el aire presurizado en la cámara 20 de trabajo ejerce su presión sobre un pistón 26 de gran área de aire acoplado por medio de una barra 28 de conexión con el pistón 24 de área pequeña de gas que comprime el gas en la cámara 18 de compresión. Las cámaras de compresión y trabajo están provistas de  
30 válvulas que controlan los flujos de aire impulsor y gas a comprimir, respectivamente, y que permiten la acción de vaivén de los pistones de gas y aire acoplados. El aire impulsor expandido frío abandona la cámara 20 de trabajo vía un tubo 29.

35 El gas de los cilindros 2 de gas fluye vía el rack 4 de vaciado a la cámara 18 de compresión del dispositivo 6 de compresión. El gas comprimido abandona la cámara 18 de compresión vía un tubo 30. El gas comprimido en el tubo 30 y el aire impulsor expandido frío en el tubo 29 se ponen en contacto indirecto de intercambio de calor en un intercambiador 32 de calor indirecto. El gas comprimido frío se hace pasar a la cámara de compresión del dispositivo 8 de compresión vía un tubo 34.

40 El gas comprimido en el tubo 34 fluye a la cámara de compresión del dispositivo 8 de compresión. El gas comprimido abandona la cámara de compresión vía un tubo 36. El gas comprimido en el tubo 36 y el aire impulsor expandido frío en un tubo 38 se ponen en contacto indirecto de intercambio de calor en el intercambiador 10 de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido. El gas comprimido frío se hace pasar al intercambiador 12 de calor indirecto para enfriamiento adicional vía un tubo 40.

45 El intercambiador 10 de calor indirecto para el enfriamiento con gas impulsor expandido comprende un tubo de doble pared que forma un paso de fluido interior y uno exterior a través del tubo. El tubo de doble pared está dispuesto para transportar el gas comprimido del tubo 36 a través del paso de fluido interior y el gas impulsor expandido del tubo 38 a través del paso de fluido exterior. El intercambiador 32 de calor indirecto es de una construcción similar.

50 El intercambiador 12 de calor indirecto para enfriamiento adicional comprende un tubo 42 en espiral dispuesto para transportar el gas comprimido del tubo 40, estando dispuesto el tubo 42 en espiral en un recipiente dispuesto para contener el medio de enfriamiento. La temperatura del medio de enfriamiento se controla en un circuito 44 de enfriamiento mostrado esquemáticamente. Durante su paso a través del intercambiador 12 de calor indirecto para enfriamiento adicional, el gas se condensa.

55 El gas condensado abandona el intercambiador 12 de calor indirecto para enfriamiento adicional y se hace pasar a la estación 14 de llenado. En la estación 14 de llenado, se pueden conectar los cilindros 46 receptores de gas. Una bomba 48 de vacío retira los gases contaminantes del sistema 1 de compresión de gas y de los cilindros 46 de gas antes de que el gas condensado entre en los cilindros de gas vía la estación 14 de llenado.

Se debe entender que la invención no va a estar limitada a la realización descrita sino que, por el contrario, se desea que abarque varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.



**REIVINDICACIONES**

1. Un método de tratar un gas, comprendiendo el método
- una o más etapas de compresión precedentes, en la dirección de flujo del gas, de llenado del gas, o uno de sus condensados, dentro de un cilindro de gas, en cuya(s) etapa(s) de compresión el gas se hace pasar a una cámara de compresión, un gas impulsor presurizado se hace pasar a una cámara de trabajo, el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo acciona un pistón que comprime el gas en la cámara de compresión, el gas comprimido se descarga de la cámara de compresión, y el gas impulsor presurizado se descarga de la cámara de trabajo y se expande,
- una etapa de enfriamiento para el enfriamiento con gas impulsor expandido, en cuya etapa de enfriamiento el gas comprimido descargado de la última, en la dirección del flujo del gas, de la una o más etapas de compresión se pone en contacto indirecto de intercambio de calor con el gas impulsor expandido de por lo menos una de dichas etapas de compresión, y se transfiere calor del gas comprimido al gas impulsor, enfriando por ello el gas comprimido, y
- una etapa de llenado en la que el gas comprimido enfriado, o uno de sus condensados, se introduce dentro de un cilindro receptor de gas.
2. El método según la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional, en el que el gas comprimido de la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido se pone en contacto indirecto de intercambio de calor con un medio de enfriamiento, enfriando por ello adicionalmente el gas comprimido antes de su tratamiento en la etapa de llenado.
3. El método según la reivindicación 2, en el que en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional el gas comprimido se condensa y en el que en la etapa de llenado el condensado se introduce en el cilindro receptor de gas.
4. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con la etapa de gas impulsor expandido el gas comprimido descargado de cada una de las etapas de compresión se pone en contacto indirecto de intercambio de calor con el gas impulsor expandido de cada respectiva etapa de compresión.
5. Un método de recuperación de un gas, preferentemente óxido nitroso, en el que el gas se proporciona de un cilindro de suministro de gas y se trata con el método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
6. El método según la reivindicación 5, en el que en la una o más etapas de compresión la presión del óxido nitroso se eleva de alrededor de 0,1-20 bar (g) a alrededor de 50-75 bar (g).
7. El método según la reivindicación 6 o 7, en el que en la etapa de enfriamiento para enfriamiento con gas impulsor expandido la temperatura del óxido nitroso se baja de alrededor de 50-60°C a alrededor de 20-30°C.
8. El método según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que en la etapa de enfriamiento para enfriamiento adicional el óxido nitroso se condensa y en el que en la etapa de llenado el óxido nitroso condensado se introduce en el cilindro receptor de gas.
9. Un sistema (1) de compresión de gas que comprende
- uno o más dispositivos (6, 8) de compresión de gas que comprende una cámara 18 de compresión dispuesta para recibir un gas, una cámara (20) de trabajo dispuesta para recibir un gas impulsor presurizado, un pistón (24) dispuesto para ser accionado por el gas impulsor presurizado en la cámara de trabajo y para comprimir el gas en la cámara de compresión,
- un intercambiador (10) de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido dispuesto para permitir la transferencia de calor de un gas comprimido del último, en la dirección de flujo del gas, del uno o más dispositivos de compresión a un gas impulsor expandido de por lo menos uno de los dispositivos de compresión, y
- una estación (14) de llenado dispuesta para recibir un gas enfriado, o uno de sus condensados, del intercambiador (10) de calor indirecto para el enfriamiento con gas impulsor expandido y para introducir dicho gas o condensado dentro de un cilindro (46) de gas.
10. El sistema según la reivindicación 9, en el que el intercambiador 10 de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido comprende un tubo de doble pared que forma un paso de fluido interior y uno exterior a través del tubo, estando dispuesto el tubo de doble pared para transportar uno del gas comprimido y el gas impulsor expandido a través del paso de fluido interior y el otro a través del paso de fluido exterior.
11. El sistema según la reivindicación 9 o 10, que comprende adicionalmente un intercambiador (12) de calor indirecto para enfriamiento adicional dispuesto para permitir la transferencia de calor de un gas enfriado del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento con gas impulsor expandido a un medio de enfriamiento, y en el

que la estación de llenado está dispuesta para recibir un gas enfriado, o uno de sus condensados del intercambiador de calor indirecto para enfriamiento adicional y para introducir dicho gas o condensado en un cilindro de gas.

- 5 12. El sistema según la reivindicación 11, en el que el intercambiador (12) de calor indirecto para enfriamiento adicional comprende un tubo (42) dispuesto para transportar el gas comprimido, estando dispuesto el tubo en un recipiente dispuesto para contener el medio de enfriamiento.

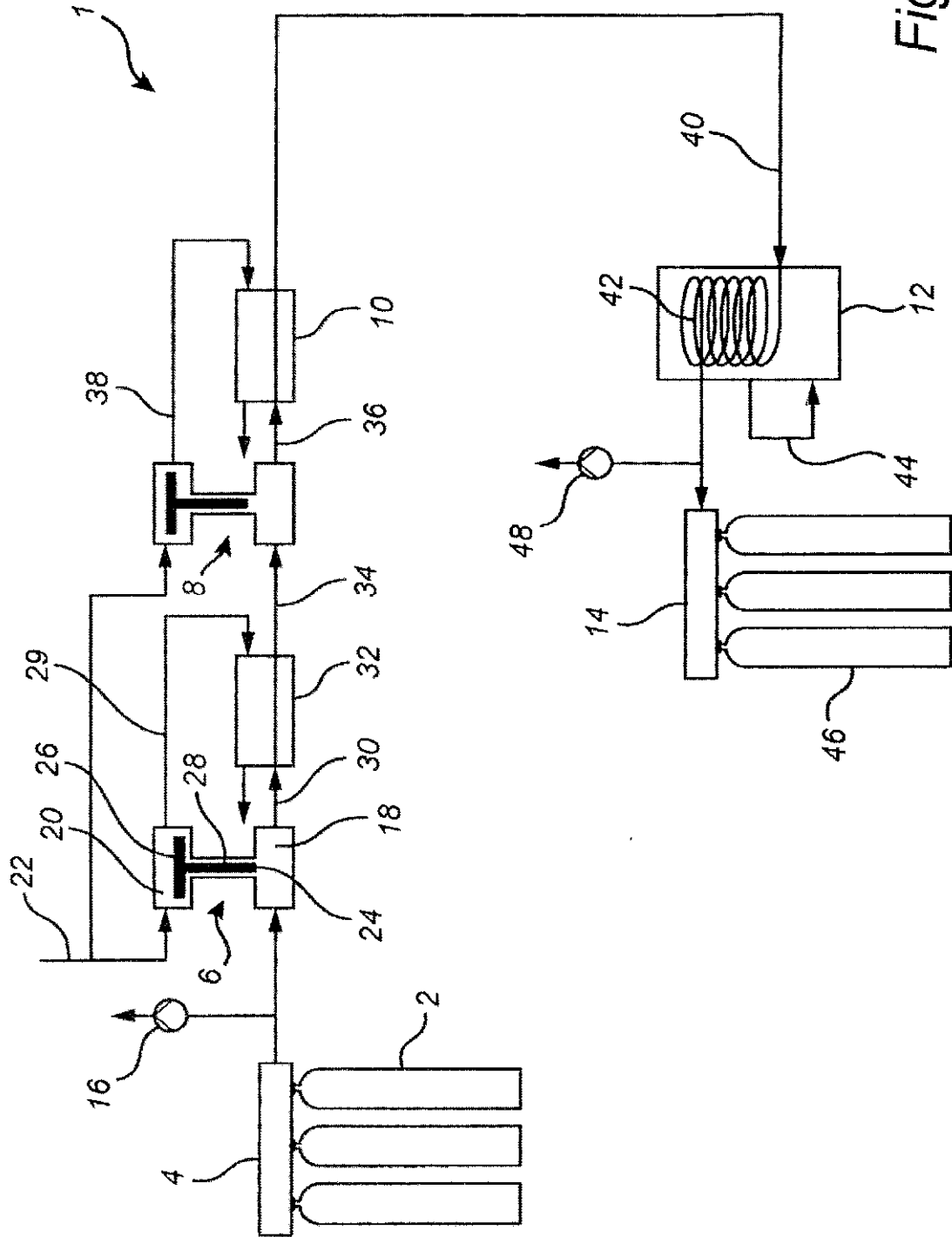


Fig. 1