

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 042**

51 Int. Cl.:

**F01K 25/10** (2006.01)

**F01K 7/32** (2006.01)

**F01K 19/04** (2006.01)

**F01K 13/02** (2006.01)

**F16H 57/02** (2012.01)

**F16H 1/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2018 PCT/KR2018/013504**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.06.2019 WO19107786**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2018 E 18884090 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.12.2022 EP 3719269**

54 Título: **Sistema de generación de energía de dióxido de carbono supercrítico**

30 Prioridad:

**28.11.2017 US 201715823809**

**07.02.2018 KR 20180015175**

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

**23.03.2023**

73 Titular/es:

**HANWHA POWER SYSTEMS CO., LTD. (100.0%)  
1204, Changwon-daero Seongsan-gu  
Changwon-si, Gyeongsangnam-do 51542, KR**

72 Inventor/es:

**WYGANT, KARL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 937 042 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**

Sistema de generación de energía de dióxido de carbono supercrítico

**5 Campo técnico**

Una o más realizaciones se refieren a un sistema de generación de energía capaz de generar energía mediante el uso de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico como fluido de trabajo.

**10 Antecedentes de la técnica**

Un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico es un sistema de generación de energía que acciona una turbina calentando CO<sub>2</sub> que se comprime a una presión extra alta igual o mayor que una presión crítica, a alta temperatura.

15 Tal sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico generalmente adopta un tipo de ciclo Brayton, que ha sido investigado recientemente y activamente por su alta eficiencia de generación de energía y menor limitación en las fuentes de calor.

20 La patente coreana abierta a inspección pública N.º 2016-0130551 divulga un sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico mediante un ciclo en cascada del tipo expansión paralela.

La solicitud de patente europea abierta a inspección pública N.º EP 2 604 814 A1 se refiere a procesos y técnicas para usar un sistema de ciclo cerrado para la recuperación de calor residual.

**25 Descripción de realizaciones****Problema técnico**

30 Una o más realizaciones proporcionan un sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico que tiene una estructura mejorada.

**Solución al problema**

35 El sistema de acuerdo con la invención se describe en la reivindicación 1.

**Efectos ventajosos de la divulgación**

40 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, se puede implementar un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico con una estructura mejorada.

**Breve descripción de los dibujos**

45 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico de acuerdo con una realización.

**Mejor modo**

50 De acuerdo con un aspecto de la presente divulgación, un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico, que usa CO<sub>2</sub> supercrítico como fluido de trabajo, incluye una primera parte de compresión que comprime el fluido de trabajo, una segunda parte de compresión que comprime el fluido de trabajo, una primera parte de regeneración que calienta el fluido de trabajo comprimido por la primera parte de compresión, una segunda parte de regeneración que calienta el fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración y el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión, una parte principal de intercambio de calor que transfiere el calor generado desde una fuente de calor al fluido de trabajo calentado por la segunda parte de regeneración, una parte de expansión que genera energía mientras expande el fluido de trabajo que ha recibido calor de la parte principal de intercambio de calor, una parte de transmisión de energía que transmite la energía generada por la parte de expansión a la primera parte de compresión y la segunda parte de compresión, y una parte de generación de energía que genera energía al recibir la energía de la parte de transmisión de energía.

60 Aquí, el fluido de trabajo de la parte de expansión puede realizar secuencialmente un intercambio de calor en la segunda parte de regeneración y la primera parte de regeneración.

65 Aquí, el fluido de trabajo de la parte de expansión puede intercambiar calor con el fluido de trabajo calentado en la primera parte de regeneración y el fluido de trabajo comprimido en la segunda parte de compresión, en la segunda parte de regeneración, y puede intercambiar calor con el fluido de trabajo comprimido en la primera parte de

compresión, en la primera parte de regeneración.

Aquí, la parte de transmisión de energía puede incluir al menos un tren de engranajes y una caja de engranajes que aloja el tren de engranajes.

5 Aquí, el tren de engranajes puede recibir energía de un eje giratorio de la parte de expansión y puede transmitir la energía a un eje impulsor de la primera parte de compresión, un eje impulsor de la segunda parte de compresión, y un eje impulsor de la parte de generación de energía.

10 Aquí, el fluido de trabajo que se desplaza hacia la primera parte de compresión puede enfriarse mediante un prerrefrigerador.

Aquí, la primera parte de compresión puede incluir al menos dos primeros compresores.

15 Aquí, se puede disponer un primer refrigerador intermedio entre los dos primeros compresores.

Aquí, la segunda parte de compresión puede incluir al menos dos segundos compresores.

20 Aquí, se puede disponer un segundo refrigerador intermedio entre los dos segundos compresores.

Aquí, una parte de ramificación está dispuesta en un conducto entre la segunda parte de compresión y la primera parte de regeneración.

25 Aquí, el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico puede incluir además una parte de control que controla la parte de ramificación.

Aquí, la primera parte de compresión y la segunda parte de compresión pueden enfrentarse entre sí con la caja de engranajes entre ellas.

30 Aquí, una parte de unión en la que el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión y el fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración se unen entre sí puede disponerse en un conducto entre la primera parte de regeneración y la segunda parte de regeneración.

35 Aquí, el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico puede incluir además una parte de control que controla la parte de unión.

Aquí, la parte de expansión puede incluir al menos dos expansores.

40 Aquí, se puede disponer al menos un recalentador entre los al menos dos expansores.

45 Aquí, el tren de engranajes puede incluir un engranaje de piñón de salida, un piñón principal que recibe energía del engranaje de piñón de salida, y un engranaje de piñón de accionamiento que recibe energía del piñón principal, un eje giratorio de la parte de expansión puede estar conectado al engranaje de piñón de salida, un eje impulsor de la primera parte de compresión y un eje impulsor de la segunda parte de compresión pueden estar conectados al engranaje de piñón de accionamiento, y un eje impulsor de la parte de generación de energía puede estar conectado al engranaje principal.

Aquí, el tren de engranajes puede estar dispuesto en un solo espacio dentro de la caja de engranajes.

## 50 Modo de divulgación

55 En adelante en el presente documento, se describirán en detalle una o más realizaciones de la presente divulgación en referencia a los dibujos adjuntos. También, en la presente memoria descriptiva y en los dibujos, los números de referencia similares indican sustancialmente los mismos componentes y no se repiten las descripciones detalladas de los mismos.

60 Un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico de acuerdo con la presente divulgación denota un sistema que usa CO<sub>2</sub> supercrítico como fluido de trabajo, e incluye no solo un sistema en el que todo el fluido de trabajo que fluye en un ciclo es supercrítico, sino que también incluye un sistema en el que la mayor parte del fluido de trabajo es supercrítico y el fluido de trabajo restante es subcrítico.

65 De forma adicional, el fluido de trabajo de acuerdo con la presente divulgación es CO<sub>2</sub>, y el CO<sub>2</sub> incluye ampliamente CO<sub>2</sub> puro, incluyendo el CO<sub>2</sub> una pequeña cantidad de impureza, un fluido en el que el CO<sub>2</sub> se mezcla con uno o más aditivos, etc.

La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico de

acuerdo con una realización.

Con referencia a la figura 1, el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la presente realización incluye una primera parte de compresión 110, una segunda parte de compresión 120, una primera parte de regeneración 130, una segunda parte de regeneración 140, una parte principal de intercambio de calor 150, una parte de expansión 160, una parte de transmisión de energía 170, una parte de generación de energía 180 y una parte de control 190.

La primera parte de compresión 110 incluye dos primeros compresores 111 y 112, un primer refrigerador intermedio 113 dispuesto entre los primeros compresores 111 y 112, y se acciona por una energía transmitida desde la parte de transmisión de energía 170.

Los primeros compresores 111 y 112 reciben un fluido de trabajo desde un primer conducto P1 para comprimir el fluido de trabajo, e incluyen respectivamente compresores centrífugos.

Aquí, el primer conducto P1 está conectado a un prerrefrigerador PC, y el prerrefrigerador PC enfría parte del fluido de trabajo descargado desde una parte de ramificación D.

La parte de ramificación D está dispuesta en un conducto entre la segunda parte de compresión 120 y la primera regeneración 130, y puede incluir una válvula electrónica que puede controlarse eléctricamente o una válvula mecánica que puede controlarse manualmente. Por lo tanto, la parte de control 190 puede controlar automáticamente la parte de ramificación D, o un usuario puede controlar manualmente la parte de ramificación D. Dado que la parte de ramificación D está conectada a un undécimo conducto P11, un duodécimo conducto P12 y un segundo conducto P2, cuando se controla la parte de ramificación D, se puede controlar una cantidad de flujo de fluido de trabajo completo que fluye a través del undécimo conducto P11 y, además, también se puede controlar una cantidad de flujo de fluido de trabajo que fluye a través del segundo conducto P2 y el duodécimo conducto P12.

De acuerdo con la realización, el prerrefrigerador PC está conectado al primer conducto P1, pero no se limita a lo mismo. Es decir, de acuerdo con la presente divulgación, el prerrefrigerador PC puede no estar conectado al primer conducto P1.

El primer refrigerador intermedio 113 está dispuesto entre los primeros compresores 111 y 112. El primer refrigerador intermedio 113 enfría el fluido de trabajo descargado del primer compresor 111, reduciendo así el consumo de energía de la primera parte de compresión 110.

De acuerdo con la realización, la primera parte de compresión 110 incluye dos primeros compresores 111 y 112, pero no se limita a lo mismo. Es decir, de acuerdo con la presente divulgación, la primera parte de compresión puede incluir al menos un compresor, y el número de compresores no está particularmente restringido. Por ejemplo, la primera parte de compresión puede incluir uno, tres, cuatro, cinco o más compresores.

De acuerdo con la realización, la primera parte de compresión 110 incluye el primer refrigerador intermedio 113, pero no se limita a lo mismo. La primera parte de compresión de acuerdo con la presente divulgación puede no incluir el refrigerador intermedio.

De forma adicional, la segunda parte de compresión 120 puede incluir dos segundos compresores 121 y 122 y un segundo refrigerador intermedio 123 dispuesto entre los segundos compresores 121 y 122. La segunda parte de compresión 120 se acciona por la energía transmitida desde la parte de transmisión de energía 170. La primera parte de compresión 110 y la segunda parte de compresión 120 están dispuestas una frente a la otra con una caja de engranajes 172 de la parte de transmisión de energía 170 entre ellas.

Los segundos compresores 121 y 122 reciben el fluido de trabajo del segundo conducto P2 para comprimir el fluido de trabajo e incluyen respectivamente compresores centrífugos.

El segundo refrigerador intermedio 123 está dispuesto entre los segundos compresores 121 y 122. El segundo refrigerador intermedio 123 enfría el fluido de trabajo descargado del segundo compresor 121, reduciendo así el consumo de energía de la segunda parte de compresión 120.

De acuerdo con la realización, la segunda parte de compresión 120 incluye dos segundos compresores 121 y 122, pero no se limita a lo mismo. Es decir, de acuerdo con la presente divulgación, la segunda parte de compresión puede incluir al menos un compresor, y el número de compresores no está particularmente restringido. Por ejemplo, la segunda parte de compresión puede incluir uno, tres, cuatro, cinco o más compresores.

De acuerdo con la realización, la segunda parte de compresión 120 incluye el segundo refrigerador intermedio 123, pero no se limita a lo mismo. La segunda parte de compresión 120 de acuerdo con la presente divulgación puede no incluir el refrigerador intermedio.

## ES 2 937 042 T3

De forma adicional, la primera parte de regeneración 130 recibe el fluido de trabajo comprimido por la primera parte de compresión 110 y transferido a través de un tercer conducto P3, y calienta el fluido de trabajo. Es decir, el fluido de trabajo comprimido por la primera parte de compresión 110 intercambia calor con el fluido de trabajo descargado de la segunda parte de regeneración 140 mientras pasa por la primera parte de regeneración 130. Para hacer esto, la primera parte de regeneración 130 puede tener una estructura de una parte general de intercambio de calor.

El fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración 130 se mueve a través de un cuarto conducto P4, y el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión 120 se mueve a través de un quinto conducto P5. A continuación, los fluidos de trabajo se unen en una parte de unión J y se mueven a la segunda parte de regeneración 140 a través de un sexto conducto P6.

La parte de unión J está dispuesta en un conducto entre la primera parte de regeneración 130 y la segunda parte de regeneración 140, y puede incluir una válvula eléctrica que puede controlarse eléctricamente o una válvula mecánica que puede controlarse manualmente. Por lo tanto, la parte de control 190 puede controlar automáticamente la parte de unión J, o un usuario puede controlar manualmente la parte de unión J.

Dado que la parte de unión J está conectada al cuarto conducto P4, el quinto conducto P5 y el sexto conducto P6, cuando se controla la parte de unión J, se puede controlar una cantidad de flujo de fluido de trabajo completo que fluye a través del sexto conducto P6, y además, una cantidad de flujo de fluido de trabajo que fluye a través del cuarto conducto P4 y el quinto conducto P5.

De acuerdo con la presente realización, la parte de unión J está separada de la segunda parte de regeneración 140, pero no se limita a lo mismo. Es decir, de acuerdo con la presente divulgación, el fluido de trabajo movido a través del quinto conducto P5 puede moverse directamente a la segunda parte de regeneración 140. En este caso, la parte de unión J está dispuesta dentro de la segunda parte de regeneración 140 y, por tanto, el fluido de trabajo se movió a través del cuarto conducto P4 y el fluido de trabajo se movió a través de la unión del quinto conducto P5 en la parte de unión J dispuesta dentro de la segunda parte de regeneración 140.

De forma adicional, la segunda parte de regeneración 140 calienta el fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración 130 y el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión 120. Es decir, el fluido de trabajo descargado de la parte de unión J y movido a la segunda parte de regeneración 140 a través del sexto conducto P6 puede intercambiar calor con el fluido de trabajo descargado de la parte de expansión 160 mientras pasa por la segunda parte de regeneración 140. Para hacer esto, la segunda parte de regeneración 140 puede tener una estructura de una parte general de intercambio de calor.

El fluido de trabajo calentado por la segunda parte de regeneración 140 se mueve a través de un séptimo conducto P7 a la parte principal de intercambio de calor 150.

La parte principal de intercambio de calor 150 transfiere el calor generado por una fuente de calor HS al fluido de trabajo calentado por la segunda parte de regeneración 140. Para hacer esto, la parte principal de intercambio de calor 150 puede tener una estructura de una parte general de intercambio de calor.

La fuente de calor HS puede incluir cualquier tipo de dispositivo que pueda generar calor. Por ejemplo, la fuente de calor HS puede incluir diversos tipos de fuentes de calor, tal como un sistema de calor solar, un sistema de calor nuclear, un sistema de calor geotérmico, un sistema de calor térmico, etc.

El fluido de trabajo que recibe el calor generado por la fuente de calor HS se mueve a la parte de expansión 160 a través de un octavo conducto P8.

La parte de expansión 160 genera energía mientras expande el fluido de trabajo que recibe el calor transferido desde la parte principal de intercambio de calor 150, y la parte de expansión 160 incluye expansores primero a cuarto 161, 162, 163 y 164 y un recalentador 165.

Los expansores primero a cuarto 161, 162, 163 y 164 pueden tener cada uno una estructura de turbina, y el recalentador 165 está dispuesto entre el segundo expansor 162 y el tercer expansor 163. El recalentador 165 se acciona por el calor transferido desde la fuente de calor HS, o puede accionarse por una fuente de accionamiento adicional.

La parte de expansión 160 de acuerdo con la presente realización incluye cuatro expansores, es decir, expansores primero a cuarto 161, 162, 163 y 164, pero no se limita a lo mismo. Es decir, la parte de expansión puede incluir al menos un expansor, y el número de expansores no está particularmente restringido. Por ejemplo, la parte de expansión puede incluir uno, dos, tres, cinco, seis o más expansores.

De acuerdo con la realización, la parte de expansión 160 incluye un solo recalentador 165, pero no se limita a lo mismo. Es decir, la parte de expansión 160 puede incluir una pluralidad de recalentadores. Por ejemplo, los recalentadores pueden estar dispuestos entre el primer y segundo expansor 161 y 162, y entre el tercer expansor 163

y el cuarto expansor 164. Además, la parte de expansión de acuerdo con la presente divulgación puede no incluir el recalentador.

5 De forma adicional, la parte de transmisión de energía 170 transmite la energía generada por la parte de expansión 160 a las partes de compresión primera y segunda 110 y 120, y transmite la energía restante a la parte de generación de energía 180 para realizar la generación de energía eléctrica.

10 La parte de transmisión de energía 170 incluye al menos un tren de engranajes 171 y una caja de engranajes 172 que aloja el tren de engranajes 171. El tren de engranajes 171 recibe energía de los ejes giratorios 161a, 162a, 163a y 164a de la parte de expansión 160, y transmite la energía a un eje impulsor 111a de la primera parte de compresión 110, ejes impulsores 121a y 122a de la segunda parte de compresión 120, y un eje impulsor 181 de la parte de generación de energía 180.

15 El tren de engranajes de la parte de transmisión de energía de acuerdo con la presente divulgación puede tener diversas formas. Es decir, un diseñador puede diseñar los trenes de engranajes con diversas prestaciones y estructuras. Como ejemplo, el tren de engranajes 171 de acuerdo con la realización puede incluir un engranaje principal 171a, una pluralidad de engranajes de piñón 171b y una pluralidad de engranajes de conexión 171c. Los engranajes de piñón 171b pueden incluir un engranaje de piñón de salida 171b\_1 y un engranaje de piñón de accionamiento 171b\_2. No existe una limitación particular en las formas de los engranajes que configuran el tren de engranajes 171, por ejemplo, los engranajes pueden tener forma de engranaje recto, una forma de engranaje helicoidal, una forma de engranaje helicoidal doble, etc.

25 Los ejes giratorios 161a, 162a, 163a y 164a del primer al cuarto expansor 161, 162, 163 y 164 están conectados al engranaje de piñón de salida 171b\_1, y los ejes impulsores 111a y 112a de los primeros compresores 111 y 112 y los ejes impulsores 121a y 122a de los segundos compresores 121 y 122 están conectados al engranaje de piñón de accionamiento 171b\_2. De forma adicional, el engranaje de conexión 171c se acopla con los engranajes de piñón 171b para transmitir la energía.

30 La caja de engranajes 172 de acuerdo con la realización incluye un material metálico, pero no se limita a lo mismo. Es decir, no existe una limitación particular en los materiales para formar la caja de engranajes de acuerdo con la presente divulgación, sino que se pueden usar diversos materiales.

35 El tren de engranajes 171 de la realización se concentra en un único espacio S en la caja de engranajes 172 y se instala a través de una pluralidad de cojinetes B.

40 Dado que el tren de engranajes 171 se concentra en el único espacio S dentro de la caja de engranajes 172 en la parte de transmisión de energía 170 de acuerdo con la presente realización, el suministro de aceite y la circulación de aceite para lubricar el tren de engranajes 171 pueden realizarse fácilmente, y el tren de engranajes 171 puede disponerse de forma efectiva. Por tanto, se puede disminuir el volumen de la parte de transmisión de energía 170 global. Por lo tanto, la estructura general del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 se simplifica y un espacio de instalación se puede utilizar de manera efectiva y, en consecuencia, puede reducirse un tamaño del espacio de instalación del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100.

45 De acuerdo con la realización, el tren de engranajes 171 está dispuesto en el espacio único S dentro de la caja de engranajes 172, pero no se limita a lo mismo. Es decir, de acuerdo con la presente divulgación, un espacio dentro de la caja de engranajes 172 puede dividirse en una pluralidad de espacios, y partes del tren de engranajes pueden distribuirse respectivamente a los espacios divididos.

50 La parte de generación de energía 180 recibe energía de la parte de transmisión de energía 170 para generar energía eléctrica, y la parte de generación de energía 180 puede tener una estructura general de generador de energía eléctrica. El eje impulsor 181 de la parte de generación de energía 180 está conectado al tren de engranajes 171 de la parte de transmisión de energía 170 para recibir la energía.

55 La parte de control 190 controla el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100, es decir, la parte de control 190 está conectada a diversos sensores del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 para recibir datos del sensor y realizar cálculos, y controla las operaciones de los componentes en el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con un algoritmo establecido por el usuario. Para este fin, la parte de control 190 puede incluir hardware tal como una placa de circuito electrónico, un chip de circuito integrado, etc., software, firmware, etc., y se opera de acuerdo con un control del usuario o un algoritmo de control.

60 El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la presente realización incluye diversos sensores, por ejemplo, unos sensores primero a undécimo C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10 y C11 para medir una presión, una temperatura, una cantidad de flujo, un volumen específico, etc., del fluido de trabajo están dispuestos respectivamente en los conductos primero a undécimo P1 a P11, un sensor de fuente de calor CH para supervisar el estado de la fuente de calor HS está dispuesto en la fuente de calor HS, y un sensor de parte de generación de energía CG para supervisar el estado de la parte de generación de energía 180 está dispuesto en la parte de generación de

energía 180.

En adelante en el presente documento, a continuación se describirá un ejemplo de una operación de control de la parte de control 190. Por ejemplo, la parte de control 190 puede controlar adecuadamente al menos una de la parte de ramificación D y la parte de unión J de acuerdo con un estado del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100. Es decir, la parte de control 190 supervisa un estado de la fuente de calor HS usando el sensor de fuente de calor CH provisto en la fuente de calor HS, un estado de la parte de generación de energía 180 usando el sensor de parte de generación de energía CG, y el estado del fluido de trabajo en cada conducto, es decir, temperatura, presión, cantidad de flujo, etc., del fluido de trabajo usando los sensores C1 a C11, y luego, puede controlar la parte de ramificación D, la parte de unión J, etc., para implementar una eficiencia operativa óptima al estar programado de antemano. Por ejemplo, cuando se controla la parte de ramificación D, la cantidad de flujo del fluido de trabajo que se mueve hacia la primera parte de compresión 110 y la segunda parte de compresión 120 puede ajustarse adecuadamente, y cuando se controla la parte de unión J, una cantidad de flujo del fluido de trabajo descargado de la segunda parte de compresión 120, una cantidad de flujo del fluido de trabajo descargado desde la primera parte de regeneración 130, y una cantidad de flujo del fluido de trabajo que entra en la segunda parte de regeneración 140 pueden ajustarse apropiadamente. A continuación, la eficiencia óptima del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 se puede implementar, y además, en algunos casos se puede evitar la generación de sobretensiones en la primera parte de compresión 110 y la segunda parte de compresión 120.

En adelante en el presente documento, las operaciones del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la realización se describirá a continuación con referencia a la figura 1.

Dado que el CO<sub>2</sub> supercrítico circula en un ciclo cerrado en el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la realización, los procesos de circulación del fluido de trabajo se describirán a continuación.

En primer lugar, el fluido de trabajo descargado desde la primera parte de regeneración 130 se mueve a la parte de ramificación D a lo largo del undécimo conducto P11. Parte del fluido de trabajo de la parte de ramificación D se mueve a la primera parte de compresión 110 y, en este caso, el fluido de trabajo ingresa al prerrefrigerador PC a través del duodécimo conducto P12 para enfriarse. El fluido de operación restante de la parte de ramificación D se mueve al segundo compresor 121 a través del segundo conducto P2. Aquí, la parte de control 190 puede controlar la parte de ramificación D de modo que el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 puede lograr un rendimiento óptimo.

El fluido de trabajo que se enfría en el prerrefrigerador PC se mueve al primer compresor 111, y el primer compresor 111 comprime el fluido de trabajo. El fluido de trabajo comprimido por el primer compresor 111 se mueve al primer refrigerador intermedio 113 para que se enfríe, y el fluido de trabajo que se enfría entra en el primer compresor 112 y se comprime.

El fluido de trabajo comprimido por el primer compresor 112 se mueve a la primera parte de regeneración 130 a través del tercer conducto P3. El fluido de trabajo movido a la primera parte de regeneración 130 a través del tercer conducto P3 intercambia calor con el fluido de trabajo movido a través del décimo conducto P10, y luego, se calienta.

El fluido de trabajo que se calienta a través del intercambio de calor en la primera parte de regeneración 130 se mueve a la parte de unión J a través del cuarto conducto P4.

Por otro lado, el fluido de trabajo movido al segundo compresor 121 desde la parte de ramificación D se comprime por el segundo compresor 121. El fluido de trabajo comprimido por el segundo compresor 121 se mueve al segundo refrigerador intermedio 123 para que se enfríe, y el fluido de trabajo que se enfría entra en el segundo compresor 122 y se comprime.

El fluido de trabajo comprimido por el segundo compresor 122 se mueve a la parte de unión J a través del quinto conducto P5.

Como se ha descrito anteriormente, el fluido de trabajo movido a través del cuarto conducto P4 y el fluido de trabajo movido a través del quinto conducto P5 se unen entre sí en la parte de unión J, y luego, la parte de control 190 puede controlar la parte de unión J de modo que el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico puede lograr el rendimiento óptimo.

De forma adicional, el fluido de trabajo de la parte de unión J se mueve a la segunda parte de regeneración 140 a través del sexto conducto P6. El fluido de trabajo movido a la segunda parte de regeneración 140 a través del sexto conducto P6 intercambia calor con el fluido de trabajo movido a través del noveno conducto P9 para calentarse. Es decir, el fluido de trabajo calentado en la primera parte de regeneración 130 y el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión 120 se unen en la parte de unión J, y después de eso, se calienta en la segunda parte de regeneración 140.

De forma adicional, el fluido de trabajo calentado en la segunda parte de regeneración 140 se mueve a través de un

séptimo conducto P7 a la parte principal de intercambio de calor 150. La parte principal de intercambio de calor 150 transfiere el calor generado por la fuente de calor HS al fluido de trabajo desde la segunda parte de regeneración 140.

5 El fluido de trabajo que ha recibido el calor generado por la fuente de calor HS se mueve a la parte de expansión 160 a través del octavo conducto P8, y la parte de expansión 160 genera la energía mientras expande el fluido de trabajo que ha recibido el calor en la parte principal de intercambio de calor 150.

10 Es decir, el fluido de trabajo se mueve al primer expansor 161 a través del octavo conducto P8 y se expande para generar energía, y luego, se mueve al segundo expansor 162 y se expande para generar la energía, y luego, se calienta nuevamente por el recalentador 165. De forma adicional, el fluido de trabajo calentado por el recalentador 165 se mueve al tercer expansor 163 y se expande para generar energía, y luego, se mueve al cuarto expansor 164 y se expande para generar la energía.

15 Después, el fluido de trabajo de la parte de expansión 160 intercambia calor secuencialmente en la segunda parte de regeneración 140 y la primera parte de regeneración 130.

20 Es decir, el fluido de trabajo del cuarto expansor 164 se mueve a la segunda parte de regeneración 140 a través del noveno conducto P9, e intercambia el calor con el fluido de trabajo movido a la segunda parte de regeneración 140 a través del sexto conducto P6. De forma adicional, el fluido de trabajo de la segunda parte de regeneración 140 se mueve a la primera parte de regeneración 130 a través del décimo conducto P10 e intercambia el calor con el fluido de trabajo movido a la primera parte de regeneración 130 a través del tercer conducto P3.

25 Las operaciones de los componentes en el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la circulación del fluido de trabajo se han descrito como anteriormente. En adelante en el presente documento, el accionamiento de la parte de transmisión de energía 170 y la parte de generación de energía 180 se describirá en detalle a continuación.

30 Como se ha descrito anteriormente, los expansores primero a cuarto 161, 162, 163 y 164 de la parte de expansión 160 generan la energía mientras expanden el fluido de trabajo. En este momento, los ejes giratorios 161a, 162a, 163a y 164a de los expansores primero a cuarto 161 a 164 transmiten la energía al engranaje de piñón de salida 171b\_1 de la parte de transmisión de energía 170, y el engranaje de piñón de salida 171b\_1 transmite la energía al engranaje principal 171a.

35 El engranaje principal 171a que ha recibido la energía transmite la energía al engranaje de piñón de accionamiento 171b\_2, y el engranaje de piñón de accionamiento 171b\_2 transmite la energía a los ejes impulsores 111a y 112a de los primeros compresores 111 y 121 y los ejes impulsores 121a y 122a de los segundos compresores 121 y 122 para accionar la primera parte de compresión 110 y la segunda parte de compresión 120.

40 De forma adicional, dado que el engranaje principal 171a está conectado al eje impulsor 181 de la parte de generación de energía 180, y la energía se transmite a la parte de generación de energía 180 de acuerdo con la rotación del engranaje principal 171a para realizar la generación de energía.

45 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo con el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de acuerdo con la presente realización, la parte de control 190 puede controlar apropiadamente al menos una de la parte de ramificación D y la parte de unión J de acuerdo con el estado del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100, y por tanto, se puede implementar el rendimiento óptimo del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100, y además, en algunos casos se puede evitar la generación de sobretensiones en la primera parte de compresión 110 y la segunda parte de compresión 120.

50 De forma adicional, de acuerdo con el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 de la presente realización, el tren de engranajes 171 de la parte de transmisión de energía 170 se concentra en el espacio único S dentro de la caja de engranajes 172 y, por tanto, el suministro y la circulación de aceite para lubricar el tren de engranajes 171 pueden realizarse fácilmente y el tren de engranajes 171 puede disponerse de manera efectiva, reduciendo así el volumen total de la parte de transmisión de energía 170. Por lo tanto, la estructura general del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico 100 se simplifica y un espacio de instalación se puede utilizar de manera efectiva y, en consecuencia, un tamaño del espacio de instalación del sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico puede verse reducido.

### 60 **Aplicabilidad industrial**

El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico de acuerdo con la realización puede usarse en un campo industrial de fabricación u operación de un sistema de generación de energía usando el CO<sub>2</sub> supercrítico como fluido de trabajo.

## REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación de energía de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) supercrítico (100) que usa CO<sub>2</sub> supercrítico como fluido de trabajo, comprendiendo el sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100):
- 5 una primera parte de compresión (110) y una segunda parte de compresión (120) configuradas para comprimir el fluido de trabajo;  
una primera parte de regeneración (130) que calienta el fluido de trabajo comprimido por la primera parte de compresión (110);
- 10 una segunda parte de regeneración (140) que calienta el fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración (130) y el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión (120);  
una parte principal de intercambio de calor (150) que transfiere el calor generado desde una fuente de calor (HS) al fluido de trabajo calentado por la segunda parte de regeneración (140);
- 15 una parte de expansión (160) que genera energía al expandir el fluido de trabajo que ha recibido calor de la parte principal de intercambio de calor (150);  
una parte de transmisión de energía (170) que transmite la energía generada por la parte de expansión (160) a la primera parte de compresión (110) y la segunda parte de compresión (120); y  
una parte de generación de energía (180) que genera energía usando la energía transmitida desde la parte de transmisión de energía (170).
- 20 **caracterizado por que** comprende además una parte de ramificación (D) dispuesta en un conducto (P) entre la segunda parte de compresión (120) y la primera parte de regeneración (130), y configurada para ajustar el caudal del fluido de trabajo que fluye desde la primera parte de regeneración (130) a la primera parte de compresión (110) y la segunda parte de compresión (120).
- 25 2. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde el fluido de trabajo de la parte de expansión (160) realiza secuencialmente el intercambio de calor en la segunda parte de regeneración (140) y la primera parte de regeneración (130).
- 30 3. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 2, en donde el fluido de trabajo de la parte de expansión (160) intercambia calor con el fluido de trabajo calentado en la primera parte de regeneración (130) y el fluido de trabajo comprimido en la segunda parte de compresión (120), en la segunda parte de regeneración (140), e intercambia calor con el fluido de trabajo comprimido en la primera parte de compresión (110), en la primera parte de regeneración (130).
- 35 4. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde la parte de transmisión de energía (170) comprende al menos un tren de engranajes (171) y una caja de engranajes (172) que aloja el tren de engranajes (171).
- 40 5. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde la primera parte de compresión (110) comprende al menos dos primeros compresores (111, 112).
- 45 6. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 5, en donde un primer refrigerador intermedio (113) está dispuesto entre los dos primeros compresores (111, 112).
7. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde la segunda parte de compresión (120) comprende al menos dos segundos compresores (121, 122).
- 50 8. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 7, en donde un segundo refrigerador intermedio (123) está dispuesto entre los dos segundos compresores (121, 122).
9. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, que comprende, además una parte de control (190) que controla la parte de ramificación (D).
- 55 10. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde una parte de unión (J) en la que se unen entre sí el fluido de trabajo comprimido por la segunda parte de compresión (120) y el fluido de trabajo calentado por la primera parte de regeneración (130) está dispuesta en un conducto (P) entre la primera parte de regeneración (130) y la segunda parte de regeneración (140).
- 60 11. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 10, que comprende, además una parte de control (190) que controla la parte de unión (J).
12. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde la parte de expansión (160) comprende al menos dos expansores (161, 162, 163, 164).
- 65 13. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 12, en donde

al menos un recalentador (165) está dispuesto entre los al menos dos expansores (161, 162, 163, 164).

14. El sistema de generación de energía de CO<sub>2</sub> supercrítico (100) de la reivindicación 1, en donde

- 5 el tren de engranajes (171) comprende un engranaje de piñón de salida (171b\_1), un engranaje principal (171a) que recibe energía del engranaje de piñón de salida (171b\_1), y un engranaje de piñón de accionamiento (171b\_2) que recibe energía del engranaje principal (171a), en donde un eje giratorio (161a, 162a, 163a, y 164a) de la parte de expansión (160) está conectado al engranaje de piñón de salida (171b\_1),
- 10 en donde un eje impulsor (111a) de la primera parte de compresión (110) y un eje impulsor (121a, 122a) de la segunda parte de compresión (120) están conectados al engranaje de piñón de accionamiento (171b\_2), y un eje impulsor (181) de la parte de generación de energía (180) está conectado al engranaje principal (171a).

