

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 213**

51 Int. Cl.:

C08J 11/12	(2006.01)	C10B 47/06	(2006.01)
B09B 3/00	(2006.01)	B29B 17/02	(2006.01)
F27B 5/04	(2006.01)	C01B 31/02	(2006.01)
F27B 5/14	(2006.01)	F27D 7/02	(2006.01)
F27B 9/24	(2006.01)	F27B 9/20	(2006.01)
F27D 17/00	(2006.01)	F27B 9/04	(2006.01)
C10B 57/12	(2006.01)	D01F 9/12	(2006.01)
C10B 53/07	(2006.01)	B29K 307/04	(2006.01)
C10B 47/46	(2006.01)	B29K 105/06	(2006.01)
C10B 47/40	(2006.01)	B29B 17/04	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2012 PCT/JP2012/072532**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **07.03.2013 WO13032027**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012 E 12827719 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2016 EP 2752445**

54 Título: **Dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y método para fabricar fibras de carbono recicladas**

30 Prioridad:

30.08.2011 JP 2011186898

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2017

73 Titular/es:

**CARBON FIBER RECYCLE INDUSTRY LTD.
(100.0%)
2727-2 Ota-cho
Minokamo-shi, Gifu 505-0041, JP**

72 Inventor/es:

**ITAZU, HIDEHITO y
KANKI, HAJIME**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 610 213 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

Dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y método para fabricar fibras de carbono recicladas

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y a un método para fabricar fibras de carbono recicladas. Específicamente, la invención se refiere a un dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y a un método para fabricar fibras de carbono recicladas, que se caracterizan por calentar plástico reforzado con fibra de carbono a alta temperatura y eliminar un componente de matriz. Las fibras de carbono recicladas producidas por el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y el método para fabricar fibras de carbono recicladas de acuerdo con la presente invención son capaces de ser reutilizadas como material fuente de telas no tejidas, y similares.

10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15 Las fibras de carbono han sido conocidas como un material que tiene excelentes características dinámicas tales como alta intensidad y alta elasticidad. Se ha fabricado plástico reforzado con fibra de carbono (en lo sucesivo también denominado CFRP) que utiliza las fibras de carbono como un componente de relleno y una resina epoxi, una resina de poliéster, o similar como un componente de matriz. La fibra de carbono tiene un peso ligero como $\frac{1}{4}$ del peso específico del hierro, tiene una intensidad 10 veces más alta que la del hierro, y es un material excelente en resistencia a la abrasión, resistencia al calor, conductividad eléctrica y resistencia a la tracción, y así, las fibras de carbono han sido ampliamente utilizadas en distintos campos industriales incluyendo típicamente la industria aeroespacial.

20 El plástico reforzado con fibra de carbono es fabricado principalmente generando un preimpregnado obtenido impregnando una resina que es un componente de matriz en fibras de carbono y horneando este preimpregnado en una autoclave con presurización. En esta operación de fabricación de plástico reforzado con fibra de carbono, se generan muchas sustancias finales de molienda diferentes de los productos. Por ejemplo, cuando se fabrica un producto de gran tamaño tal como un cuerpo de un aeroplano, se genera una gran cantidad de tales sustancias finales de molienda descritas anteriormente. Por lo tanto, la eliminación de tales sustancias finales de molienda ha sido un problema en algunos casos. Como se ha descrito anteriormente, el plástico reforzado con fibra de carbono es un material en el que existen diferentes componentes de relleno y componentes de matriz caracterizados en la mezcla y la separación de estos componentes y su reciclaje o reutilización era técnicamente muy difícil. Además, no era efectivo desde el punto de vista del coste y la eficiencia energética. Como resultado, en las circunstancias actuales, una gran parte de las sustancias finales de molienda generadas en la fabricación y preimpregnados no utilizados han sido desechados en vertederos, incineración, y similares. Además, el plástico reforzado con fibra de carbono recuperado después de la finalización de funciones como un producto ha sido desechado de manera similar en vertederos, y similares del mismo modo.

30 Los inventores de la presente invención han desarrollado ya una tecnología que se refiere a un dispositivo de regeneración y a un método de regeneración de fibras de carbono en los que sólo un componente de matriz es calentado y eliminado del plástico reforzado con fibra de carbono por descomposición térmica y se recuperan selectivamente fibras de carbono sin disminuir las características dinámicas (véase la Literatura de Patente 1 y la Literatura de Patente 2). De acuerdo con la tecnología, se construye un espacio de regeneración alargado en forma de túnel con un material resistente al fuego en un horno continuo. En este horno continuo, hay prevista una cinta transportadora de malla. El plástico reforzado con fibra de carbono es alimentado continuamente al espacio de regeneración utilizando tal cinta transportadora y, al mismo tiempo, el plástico reforzado con fibra de carbono es calentado en una zona de calentamiento en el espacio de regeneración, gasificando de este modo sólo un componente de matriz tal como una resina epoxi termoplástica por descomposición térmica, lo que hace posible recuperar fibras de carbono (fibras de carbono recicladas) en un estado fibroso largo. Como resultado, se puede descomponer térmicamente de manera eficaz una gran cantidad de plástico reforzado con fibra de carbono y se pueden generar así fibras de carbono recicladas.

45 Además, la Literatura de Patente 3 describe una tecnología para recuperar fibras de carbono en un estado de eliminación del 68 al 80% de plástico tratándolo con vapor sobrecalentado a 800 °C o más. La Literatura de Patente 3 describe un dispositivo de recuperación provisto con una parte calentadora que produce vapor sobrecalentado, una parte de introducción que introduce el vapor producido, y una parte de soporte que mantiene el plástico reforzado con fibra de carbono.

DOCUMENTOS DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Literaturas de Patente

50 Literatura de Patente 1: JP-A Nº 2008-285601

Literatura de Patente 2: Patente Japonesa Nº 4949123

Literatura de Patente 3: JP-A Nº 2011-122032

El documento JP H07 33904 A describe un método en el que un plástico reforzado con fibra de carbono es destilado en

seco para convertirlo en un carburo, este carburo se descompone posteriormente por oxidaciones.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se ha proporcionado un dispositivo para reciclar fibras de carbono fabricadas como se ha reivindicado en las reivindicaciones adjuntas. También de acuerdo con la presente invención, se ha proporcionado un método para reciclar fabricado con fibras de carbono como se ha reivindicado en las reivindicaciones adjuntas.

PROBLEMAS QUE HAN DE SER RESUELTOS POR LA INVENCION

Sin embargo, han existido problemas mencionados a continuación en el dispositivo de regeneración y en el método de regeneración de fibras de carbono descritos en la Literatura de Patente 1 y en la Literatura de patente 2. Es decir, las sustancias finales de molienda, y similares, de plástico reforzado con fibra de carbono recuperado tienen distintas formas de acuerdo con las fracciones de productos utilizadas, y así sucesivamente. Por lo tanto, la diferencia en la transmisión de calor es causada en la descomposición térmica debido a que se han generado en algunos casos espacios de formas y variaciones en las condiciones de calentamiento. Como resultado, cuando se generan fibras de carbono recicladas a partir de plástico reforzado con fibra de carbono utilizando un dispositivo de regeneración que tiene un horno continuo convencional, las diferencias en las características térmicas descritas anteriormente causan tales defectos que una parte del plástico reforzado con fibra de carbono está en un estado sobrecalentado y se quema en el espacio de regeneración, o no se transmite suficiente calor y una parte de un componente de matriz permanece, lo que da como resultado la generación de desviaciones en propiedades y cualidades de las fibras de carbono recicladas obtenidas en algunos casos.

Por otra parte, en el método para recuperar fibras de carbono descrito en la Literatura de Patente 3, dado que permanece del 20 al 32% de un componente de matriz, las fibras de carbono recuperadas mantienen una forma de un haz de fibras, y por otra parte, existe la posibilidad de un defecto de flexibilidad. Por lo tanto, cuando fibras de carbono recuperadas son reutilizadas para una tela no tejida, existe una alta posibilidad de requerir un proceso adicional.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una tecnología para fabricar fibras de carbono recicladas de manera eficaz a un coste bajo procesando plástico reforzado con fibra de carbono en condiciones de calentamiento estables en vista de la condición real descrita anteriormente. Es decir, un problema de la presente invención es proporcionar fibras de carbono recicladas que son adecuadas para procesar tela no tejida, y similares, y un dispositivo de fabricación y un método de fabricación de las fibras de carbono recicladas.

MEDIOS PARA RESOLVER LOS PROBLEMAS

El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención con el fin de resolver el problema descrito anteriormente es un dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas, que utiliza plástico reforzado con fibra de carbono que contiene fibras de carbono y un componente de matriz como un material fuente. El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención tiene un horno de destilación en seco-carbonización y un horno continuo. El horno de destilación en seco-carbonización está provisto con un cuerpo principal en forma de caja, una cámara de destilación en seco-carbonización que está prevista en el interior del cuerpo principal y aloja el plástico reforzado con fibra de carbono, una cámara de combustión que está prevista en la parte inferior de la cámara de destilación en seco-carbonización y equipada con un quemador, y una cámara de calentamiento formada en el espacio entre el cuerpo principal y la cámara de destilación en seco-carbonización. El horno de destilación en seco-carbonización destila en seco el plástico reforzado con fibra de carbono y convierte una parte del componente de matriz en carbono fijo para unir el carbono fijo a las superficies de las fibras de carbono. El horno continuo está provisto con un parte de transporte de malla que transporta las fibras de carbono unidas con el carbono fijo y un espacio de tratamiento por calor alargado en forma de túnel, y calienta continuamente las fibras de carbono unidas con el carbono fijo para eliminar una parte del carbono fijo. El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención está caracterizado porque se ha proporcionado un generador de vapor a los hornos de destilación en seco-carbonización y se alimenta vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara de destilación en seco-carbonización.

El carbono fijo significa un contenido de carbono obtenido por carbonización de una parte de un componente de matriz por calentamiento y permanencia en una forma de polvo, o similar. Este carbono fijo está unido a las superficies de fibras de carbono, aumentando de este modo un grado de enredo (agregación) entre fibras de carbono recicladas respectivas unas con otras y formando fácilmente un bloque tal como un haz. Por lo tanto, se suprime una posibilidad de dispersión fácil por viento, y similar, y la facilidad de manejo resulta así preferible. Además, cuando una relación del carbono restante del carbono fijo es alta, el carbono restante funciona como un tipo de aglutinante que une estrechamente las fibras de carbono recicladas unas con otras y un grado de un bloque puede resultar mayor en algunos casos.

La destilación en seco significa, calentar plástico reforzado con fibra de carbono en un estado sin oxígeno (denominado "cocido") cargando plástico reforzado con fibra de carbono en una cámara de destilación en seco-carbonización en un horno de destilación en seco-carbonización de tipo en lotes en el que se establece una temperatura de calentamiento a 400 °C o más que ha de ser cerrada herméticamente y que alimenta calor radiante desde una cámara de combustión

donde se enciende un quemador. Sustancias con bajos puntos de ebullición, humedad, o similares, que están contenidas en plástico reforzado con fibra de carbono, son gasificadas y carbonizadas por calentamiento. Por consiguiente, se puede acortar un tiempo para eliminar el carbono fijo por calentamiento, lo que es llevado a cabo sucesivamente por un horno continuo. Además, previamente se puede mantener constante un contenido carbonizado de plástico reforzado con fibra de carbono por la operación de destilación en seco, se estabilizan las condiciones de calentamiento y se puede conseguir así una eficiencia energética preferible de un dispositivo de fabricación completo.

Se promueve la convección en la cámara de destilación en seco-carbonización alimentando vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos desde un generador de vapor a la cámara de destilación en seco-carbonización, un gas (en lo sucesivo, también denominado como gas de destilación en seco) de un componente de matriz generado en la cámara de destilación en seco-carbonización por destilación en seco puede ser alimentado de manera eficaz a un quemador. Como resultado, dado que un gas de destilación en seco puede ser quemado de manera estable, puede ser posible suprimir un coste de combustible. Además, el depósito de oxígeno fijo obtenido convirtiendo un componente de matriz en el suelo y pared en la cámara de destilación en seco-carbonización y se puede impedir que se produzca la generación de alquitrán en una tubería de combustión de gas por un gas de destilación en seco. En este documento, no es preferible la alimentación de vapor calentado a una temperatura que sobrepasa los 700 °C ya que la carga es proporcionada a la cámara de destilación en seco-carbonización y a la tubería. Además, no es preferible la alimentación de vapor a una temperatura alta tal como 800 °C o más ya que existe una posibilidad de causar descomposición o degradación de tipos específicos de fibras de carbono.

En el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención, un generador de vapor alimenta preferiblemente vapor sobrecalentado a 500 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara de destilación en seco-carbonización. El vapor sobrecalentado permite calentar directamente, de manera uniforme el interior de la cámara de destilación en seco-carbonización. Como resultado, resulta posible generar más rápidamente un gas de destilación en seco y promover de manera eficaz la destilación en seco.

En el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención, se han previsto dos hornos de destilación en seco-carbonización, y el dispositivo puede estar provisto con una tubería de derivación que alimenta vapor sobrecalentado a una cámara de destilación en seco-carbonización en el otro horno de destilación en seco-carbonización desde un generador de vapor en un horno de destilación en seco-carbonización, y una tubería de derivación que alimenta vapor sobrecalentado a una cámara de destilación en seco-carbonización en un horno de destilación en seco-carbonización desde un generador de vapor del otro horno de destilación en seco-carbonización. El vapor sobrecalentado generado desde uno de los hornos de destilación en seco-carbonización es alimentado como una fuente de calor que calienta una cámara de destilación en seco-carbonización en el otro horno de destilación en seco-carbonización, reduciendo de este modo un coste de combustible para hacer posible producir fibras de carbono recicladas a un coste menor.

Además, en el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención, una cámara de combustión en un horno de destilación en seco-carbonización y un espacio de regeneración en un horno continuo están conectados con un trayecto resistente al calor, y gas de escape procedente del horno de destilación en seco-carbonización puede ser alimentado como una fuente de calor del horno continuo. El calor de escape procedente del horno de destilación en seco-carbonización es utilizado en el horno continuo, reduciendo de este modo un coste del combustible que se requiere para calentar para hacer posible producir fibras de carbono recicladas a un coste menor.

El método para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención está caracterizado por tener una operación de destilación en seco y una operación de eliminación de calor. En la operación de destilación en seco, mientras se alimenta vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos por un horno de destilación en seco-carbonización, se destila en seco plástico reforzado con fibra de carbono y se convierte una parte de un componente de matriz en carbono fijo para unirlo a superficies de fibras de carbono. En la operación de eliminación de calor, se calientan las fibras de carbono transportadas y se elimina una parte del carbono fijo unido en el espacio de regeneración del horno continuo.

En este documento, el horno continuo significa un horno que tiene un espacio de regeneración alargado en forma de túnel construido en el interior del mismo que utiliza un material resistente al fuego, por ejemplo, ladrillos, y el horno continuo puede calentar fibras de carbono unidas con carbono fijo a la superficie del mismo en una zona de calentamiento del espacio de regeneración y permite así la fabricación de fibras de carbono recicladas. En este proceso, para el transporte de fibras de carbono unidas con carbono fijo a las superficies del mismo al espacio de regeneración, se pueden adoptar una parte de transporte tal como el denominado "horno de solera sobre rodillos" en el que hay previstos varios rodillos en paralelo, una parte de transporte de malla que hace girar la cinta de malla, y similares.

EFFECTO DE LA INVENCION

El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención tiene un horno de destilación en seco-carbonización que puede convertir una parte de un componente de matriz de plástico reforzado con fibra de carbono en carbono fijo y permitir al carbono fijo unirse a las superficies de fibras de carbono. Este horno de destilación en seco-carbonización promueve la convección en la cámara de destilación en seco-carbonización alimentando vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos generado en un generador de vapor a la cámara de destilación en seco-carbonización,

5 haciendo posible de este modo expulsar de manera eficaz un gas de destilación en seco generado por destilación en seco en la cámara de destilación en seco-carbonización a un dispositivo de combustión. Como resultado, el gas de destilación en seco puede ser quemado de manera estable, y además, el depósito de carbono fijo obtenido convirtiendo un componente de matriz en el suelo y la pared en la cámara de destilación en seco-carbonización y se puede impedir que ocurra la generación de alquitrán en una tubería de combustión por el gas de destilación en seco. Es decir, mediante la alimentación de vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara de destilación en seco-carbonización, se pueden estabilizar las condiciones de calentamiento y se puede conseguir la eficiencia energética preferible del dispositivo de fabricación completo.

10 El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención puede calentar directamente, de manera uniforme el inferior de la cámara de destilación en seco-carbonización alimentando vapor sobrecalentado a 500 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara de destilación en seco-carbonización. Dado que el vapor sobrecalentado alimentado está a una temperatura tal como 500 °C o más y 700 °C o menos, no se provoca la disminución de temperatura en la cámara de destilación en seco-carbonización y se puede generar así de manera más rápida un gas de destilación en seco. Como resultado, dado que el gas de destilación en seco puede ser utilizado rápidamente como combustible para la cámara de combustión, se puede promover de manera más eficaz la destilación en seco.

15 En el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención, se han previsto dos hornos de destilación en seco-carbonización, y se puede prever una tubería de derivación que alimenta vapor sobrecalentado a una cámara de destilación en seco-carbonización en el otro horno de destilación en seco-carbonización desde un generador de vapor en un horno de destilación en seco-carbonización y se puede prever una tubería de derivación que alimenta vapor sobrecalentado a una cámara de destilación en seco-carbonización en un horno de destilación en seco-carbonización desde un generador de vapor en el otro horno de destilación en seco-carbonización. El vapor sobrecalentado generado desde uno de los hornos de destilación en seco-carbonización es alimentado como una fuente de calor que calienta una cámara de destilación en seco-carbonización en el otro horno de destilación en seco-carbonización, haciendo posible de este modo reducir un coste de combustible. Además, se puede realizar una reducción adicional del coste de combustible alimentando calor de escape de un horno de destilación en seco-carbonización a una zona de sobrecalentamiento en un horno continuo.

20 El método para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente invención puede producir fibras de carbono recicladas introduciendo fibras de carbono unidas con una parte de un componente de matriz a un horno continuo. Por consiguiente, una parte de un componente de matriz permanece como carbón fijo, permitiendo de este modo una facilidad de manejo preferible de fibras de carbono recicladas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

25 La fig. 1 es una vista frontal que muestra una construcción esquemática del horno 101 de destilación en seco-carbonización que es una parte del dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas del Ejemplo 1 de la presente invención.

35 La fig. 2 es una vista frontal que muestra una construcción esquemática del horno 201 de destilación en seco-carbonización que es una parte del dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas del Ejemplo 2 de la presente invención.

La fig. 3 es una vista que muestra una variación en el tiempo de temperaturas en el horno cuando es alimentado vapor a 100 °C al horno 101 de destilación en seco-carbonización de gran tamaño de acuerdo con la presente invención.

40 La fig. 4 es una vista que muestra una variación en el tiempo de temperaturas en el horno cuando es alimentado vapor a 100 °C al horno 101 de destilación en seco-carbonización de acuerdo con la presente invención.

La fig. 5 es una vista que muestra una variación en el tiempo de temperaturas en el horno cuando es alimentado vapor a 500 °C al horno 201 de destilación en seco-carbonización de acuerdo con la presente invención.

45 La fig. 6 es una vista aclarativa que muestra una construcción esquemática de un horno continuo 26 en el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas 100 de acuerdo con la presente invención.

La fig. 7 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo del método para fabricar fibras de carbono recicladas 8 de acuerdo con la presente invención.

La fig. 8 es una vista que muestra los resultados de la prueba de intensidad de las fibras de carbono recicladas 8 de acuerdo con la presente invención.

50 La fig. 9 es una vista que muestra esquemáticamente la distribución de temperatura de una cámara de destilación en seco-carbonización cuando dos hornos de destilación en seco-carbonización fueron accionados alternativamente.

La fig. 10 es un diagrama de construcción esquemático que muestra un estado de conexión de dos hornos de destilación en seco-carbonización del Ejemplo 3 de la presente invención con una tubería de derivación.

La fig. 11 es un diagrama de construcción esquemático que muestra un estado de conexión de las cámaras de combustión de dos hornos de destilación en seco-carbonización del Ejemplo 4 de la presente invención a un horno continuo con un trayecto resistente al calor.

5 La fig. 12 es un diagrama de construcción esquemático que muestra un estado de conexión de una cámara de combustión de un horno de destilación en seco-carbonización del Ejemplo 5 de la presente invención a un horno continuo con un trayecto resistente al calor.

MODO PARA PONER EN PRÁCTICA LA INVENCION

10 En lo que sigue, se describirán realizaciones preferidas de los dispositivos 100 y 200 para fabricar fibras de carbono recicladas y del método 1 para fabricar fibras de carbono recicladas (en lo sucesivo denominados simplemente como el “dispositivo de fabricación 100”, el “dispositivo de fabricación 200” y el “método de fabricación 1”) de acuerdo con la invención con referencia a los dibujos.

15 Se enumerarán las realizaciones preferidas de los dispositivos 100 y 200 para fabricar fibras de carbono recicladas y del método 1 para fabricar fibras de carbono recicladas de las presentes realizaciones. El plástico 40 reforzado con fibra de carbono que es un material fuente de las fibras de carbono recicladas 8 es obtenido recuperando las sustancias finales de molienda, y similares (que incluyen el preimpregnado antes del horneado), lo que es generado a partir de una instalación para fabricar un producto que utiliza plástico reforzado con fibra de carbono, y el plástico reforzado con fibra de carbono se supone principalmente que tiene una forma de lámina. Dado que las sustancias finales de molienda recuperadas, y similares contienen papel y otras materias extrañas, se utilizan los materiales obtenidos por la puesta en práctica de la operación de eliminación preliminar tal como la eliminación de estas materias extrañas con las manos. El plástico 40 reforzado con fibra de carbono será denominado también como CFRP 40 en lo que sigue.

20 La fig. 1 muestra una construcción esquemática del horno 101 de destilación en seco-carbonización que es una parte del dispositivo 100 para fabricar fibras de carbono recicladas. La fig. 2 muestra una construcción esquemática del horno 201 de destilación en seco-carbonización que es una parte del dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas 200. Se describirán construcciones comunes a los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización en los dispositivos de fabricación 100 y 200. Los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización tienen cuerpos principales 105 y 205 en forma de caja que tienen aberturas a las que están unidas puertas de cierre hermético no mostradas en los lados frontales, las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización en el interior de los cuerpos principales, y las cámaras de combustión 103 y 203 previstas en las partes inferiores de las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización. Las cámaras de calentamiento 115 y 215 están formadas en espacios entre los cuerpos principales 105 y 205 y las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización. Todas las paredes externas de los cuerpos principales 105 y 205 y las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización están formadas con metal resistente al calor. Las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización están provistas con aberturas en una posición de unión de las aberturas de los cuerpos principales 105 y 205, y las cámaras 102 de destilación en seco-carbonización y las cámaras de calentamiento 115 y 215 puede ser cerradas herméticamente de manera simultánea cerrando las puertas de cierre hermético de los cuerpos principales 105 y 205.

35 Los dispositivos 100 y 200 están cada uno provisto con una tubería 107 de combustión de gas que conecta el interior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización y el quemador 104. Un gas de destilación en seco generado por destilación en seco es alimentado al quemador 104 pasando a través de la tubería 107 de combustión de gas y es quemado. El calor de combustión del gas de destilación en seco es utilizado para aumentar la temperatura y para mantener la temperatura en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. Además de lo anterior, los dispositivos 100 y 200 tienen cada uno un conducto 108 de descarga de aire caliente que conecta respectivamente una cámara de calentamiento 115 y una cámara de combustión 103. El conducto 108 de descarga de aire caliente está provisto con un amortiguador 109 en cada paso a la cámara de calentamiento 102 y la cámara de combustión 103, y el calor excesivo es descargado de manera adecuada al exterior para ajustar así una temperatura. Por consiguiente, la temperatura en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización es mantenida dentro del intervalo de aproximadamente 400 °C a aproximadamente 650 °C.

40 El CFRP 40 es dispuesto sobre bandejas 110 resistentes al calor. Las bandejas 110 resistentes al calor se apilan sobre un estante 111 resistente al calor en un estado de tener intervalos entre sí y alojadas en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. Cuando una puerta de cierre hermético está cerrada, la cámara 102 de destilación en seco-carbonización está en un estado de ser cerrada herméticamente y la destilación en seco-carbonización puede ser puesta en práctica sin oxígeno. Un componente de matriz en el CFRP 40 es descompone parcialmente en un gas tal como hidrocarburo por destilación en seco-carbonización. Durante la descomposición se carboniza una parte del componente de matriz para convertirse en una forma de polvo, o similar, y permanece sobre superficies de fibras de carbono.

45 A continuación, se describirá un horno continuo 26 con referencia a la fig. 6. Un cuerpo principal de horno continuo 26 que tiene un espacio 2 de regeneración alargado en forma de túnel construido en el interior que utiliza un ladrillo resistente al calor que es un material resistente al fuego está provisto con una cinta 4 de malla, una parte 6 de transporte de malla, una parte 7 de eliminación de calor, y una parte 9 de refrigeración. La cinta 4 de malla está prevista como penetrando a través del cuerpo principal 3 del horno. La parte 6 de transporte de malla soporta la cinta 4 de malla y

también tiene varios rodillos 5 giratorios que pueden girar alrededor del eje. La parte 7 de eliminación de calor está prevista en una zona central en la zona de calentamiento HZ fuera de las tres zonas en las que está dividido el espacio 2 de regeneración. La parte 9 de refrigeración está prevista en la zona de refrigeración CZ en el lado de transporte aguas abajo de la zona de calentamiento HZ, y las fibras de carbono recicladas 8 producidas se enfrían lentamente cercanas a la temperatura ambiente. Las fibras de carbono unidas con el carbono fijo, que son colocadas sobre la cinta 4 de malla, son transportadas a lo largo de la dirección de transporte (dirección mostrada por la flecha A en la fig. 6), e introducidas en el espacio 2 de regeneración desde una entrada 16 de introducción abierta al horno continuo 26 en el lado de transporte aguas arriba y descargadas adicionalmente al exterior del espacio 2 de regeneración desde un orificio de ventilación 17 abierto al lado de transporte aguas abajo.

En este documento, se establecen tres zonas en el espacio 2 de regeneración entre la entrada 16 de introducción y el orificio de ventilación 17 como se ha descrito anteriormente. Descrito más específicamente, el espacio 2 de regeneración está dividido en tres zonas: una zona de calentamiento preliminar PZ para calentar de manera gradual las fibras de carbono unidas con el carbono fijo a lo largo de un gradiente de temperatura que es ajustado previamente de modo que alcance una temperatura de calentamiento predeterminada (por ejemplo, 550 °C) a partir de una temperatura cercana a la temperatura ambiente; la zona de calentamiento HZ para mantener directamente la temperatura de calentamiento alcanzada en la zona de calentamiento preliminar PZ, calentar las fibras de carbono unidas con carbono fijo y descomponer térmicamente una parte del carbono fijo para generar fibras de carbono recicladas 8, que están previstas en el lado de transporte aguas abajo de la zona de calentamiento preliminar PZ; y la zona de refrigeración CZ para enfriar las fibras de carbono recicladas 8 después de un tratamiento de regeneración cerca de la temperatura ambiente, que está prevista en el lado de transporte aguas abajo de la zona de calentamiento HZ. Indicar que cuando un gradiente de temperatura no es necesario para calentar, la zona de calentamiento preliminar HZ (parte 11 de calentamiento preliminar) puede ser eliminada.

Una parte 6 de transporte de malla que tiene la cinta 4 de malla constituida con un miembro de malla incluye construcciones conocidas tales como un motor de accionamiento giratorio que genera fuerza de giro para hacer girar los rodillos 5 giratorios y un mecanismo de transmisión giratorio para transmitir la fuerza de giro a los rodillos 5 giratorios, además de construcciones tales como la cinta 4 de malla y varios rodillos 5 giratorios que se han descrito anteriormente, y los detalles de los mismos son omitidos en este documento. Además, la parte 7 de eliminación de calor y la parte 11 de calentamiento preliminar están interpuestas entre la cinta superior 18 ubicada en el lado superior de la cinta 4 de malla circular y la cinta inferior 19 ubicada en el lado de abajo y tienen cada una un generador de calor 21 previsto correspondiente a la superficie interna 20 de la cinta de la cinta superior 18. Por consiguiente, se alimenta una corriente eléctrica al generador de calor 21 para generar calor de registro y el calor se puede añadir así desde el lado inferior a fibras de carbono unidas con el carbono fijo sobre sus superficies, que son colocadas sobre la superficie 18a de cinta de la cinta superior 18 y transportadas a la zona de calentamiento preliminar PZ y a la zona de calentamiento HZ. Indicar que la parte 6 de transporte de malla tiene construcciones tales como una parte de alimentación de corriente eléctrica para proporcionar una corriente eléctrica al generador de calor 21, un mecanismo de ajuste de corriente eléctrica para ajustar un valor de corriente eléctrica alimentado y controlar resistente generado, y sensores de medición de temperatura que miden una temperatura en la posición, sensores de oxígeno y sensores de concentración de monóxido de carbono que están previstos en varios sitios de cada una de la zona de calentamiento preliminar PZ y la zona de calentamiento HZ, pero sus dibujos se han omitido en este documento.

Por otra parte, la parte 9 de refrigeración prevista en la zona de refrigeración CZ es para enfriar lentamente fibras de carbono recicladas 8 en las que una parte del carbón fijo unido sobre las superficies en la zona de calentamiento HZ se descompone térmicamente y disminuir una temperatura a un nivel en el que un operador puede recuperar las fibras de carbono recicladas en la operación de ser descargadas desde el orificio de ventilación 17. En el caso de la realización actual, se ha previsto una parte 22 de envío de aire para enviar forzosamente aire de refrigeración (aire externo) a la zona de refrigeración CZ en la dirección hacia el lado de transporte agua abajo desde la proximidad del orificio de ventilación 17. Además, en la zona de refrigeración CZ en el horno continuo 3, varias entradas continuas 23 que están abiertas al lado superior de modo que comuniquen con el espacio 2 de regeneración son enviadas y las entradas continuas 23 y un conducto 24 de entrada de aire están conectados. Por consiguiente, el aire enviado forzosamente es desparramado con el intercambio de calor estando en contacto con fibras de carbono recicladas 8 de alta temperatura en la zona de refrigeración CZ, una parte del aire (por ejemplo, aproximadamente el 60%) es descargada a través de las entradas continuas 23 y del conducto 24 de entrada de aire al exterior del horno continuo 3, y el aire restante (por ejemplo, aproximadamente el 40%) es hecho fluir a la zona de calentamiento HZ en el lado de transporte aguas arriba.

A continuación, se describirá una realización preferible del método de fabricación 1 con referencia al diagrama de flujo en la fig. 7. En la operación de destilación en seco S1, el CFRP 40 es colocado sobre un estante 111 resistente al calor de una cámara 102 de destilación en seco-carbonización en los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización en el estado de estar alojado en bandejas 110. Manteniendo un estado sin oxígeno a una temperatura alta, una parte de las sustancias con puntos de ebullición bajos y un componente de matriz, que están contenidos en el CFRP 40, son destilados en seco. Un ejemplo de la operación de destilación en seco de la presente realización incluye ajustar una temperatura de carbonización por el horno 101 y 201 de destilación en seco-carbonización a 550 °C y mantener la temperatura durante 8 horas. Las temperaturas de los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización son aumentadas encendiendo el quemador 104 alimentado con combustibles en el momento de iniciar la operación. Cuando

la cámara 102 de destilación en seco-carbonización llega a una temperatura suficientemente alta, una sustancia con un punto de ebullición bajo en el CFRP 40 vaporiza y se generan además gases de hidrógeno carbonizados tales como metano y benceno. Estos gases son introducidos como gases de destilación en seco en el quemador 104 y quemados para contribuir al mantenimiento de temperaturas de los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización. Por otra parte, una parte de un componente de matriz es convertida en el carbono fijo y unida a las superficies de carbono fijo. En la realización preferible, se ajusta una relación de carbono residual de fibras de carbono obtenida en la operación de destilación en seco S1 desde aproximadamente el 10% a aproximadamente el 12% con respecto al peso inicial del componente de matriz. Ajustar la relación de carbono residual hace posible estabilizar las condiciones de calentamiento en eliminar calor del carbono fijo, lo que es realizado sucesivamente.

5 En la operación de destilación en seco S1 en el método de fabricación 1, se genera vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos en un generador de vapor y se alimenta a una cámara de destilación en seco-carbonización. Mediante la alimentación de vapor, se puede promover la convección en la cámara de destilación en seco-carbonización y, se puede expulsar de manera efectiva un gas de destilación en seco generado por destilación en seco en la cámara de destilación en seco-carbonización a un dispositivo de combustión. Los efectos en caso de añadir vapor a 100 °C y vapor a 500 °C se describirán específicamente en los ejemplos.

10 El plástico reforzado con fibra de carbono después de completar la operación de destilación en seco S1 tiene una forma de fibras de carbono 25 unidas con carbono fijo sobre las superficies. En lo que sigue, el plástico reforzado con fibra de carbono después de completar el tratamiento por la operación de destilación en seco también es denominado como CFRP 25 después de la destilación en seco. Incluso aunque el CFRP 25 después de la destilación en seco tiene un volumen menor en comparación con el CFRP 25 antes de la destilación en seco debido a la generación de un gas de hidrógeno carbonizado, y similar, en la operación de destilación en seco, aún mantiene una forma antes de la destilación en seco. Por otra parte, debido a la unión del carbono fijo a las superficies de fibras de carbono, se agregan fibras de carbono respectivas para hacerse más duras que las fibras de carbono antes de la destilación en seco.

15 A continuación, con el fin de introducir el CFRP 25 después de la destilación en seco al horno continuo 26, se pone en práctica una operación de cortar el CFRP 25 después de la destilación en seco a un tamaño predeterminado (operación de corte S2).

Luego, el corte de CFRP 25 después de la destilación en seco es colocado sobre la cinta 4 de malla ubicada junto a la entrada 16 de introducción en un espacio de relleno 31. Una parte 6 de transporte de malla es accionada para transferir así el CFRP 25 después de la destilación en seco colocado sobre la cinta superior 18 de la cinta 4 de malla en la dirección horizontal (operación de transporte S3). Una velocidad de transferencia de la cinta 4 de malla, es decir, una velocidad de transporte de CFRP 25 después de la destilación en seco es ajustada a, por ejemplo, a 12,2 m/h (\cong 0,20 m/min). Indicar que en el horno continuo 26 utilizado en la presente realización, una distancia interna del horno desde la entrada 16 de introducción al orificio de ventilación 17 en el cuerpo principal 3 del horno es ajustada a 26,5 m; por otra parte, la longitud total desde el extremo aguas arriba 4a al extremo aguas abajo 4b es ajustada a 35,0 m. Por lo tanto, tarda 130 minutos en transportar el CFRP 25 después de introducir la destilación en seco en el espacio 2 de regeneración desde la entrada 16 de introducción para ser descargado desde el orificio de ventilación 17. Durante el transporte, se prolonga un tiempo de retención de CFRP 25 después de la destilación en seco en el espacio 2 de regeneración y se reduce significativamente la eficiencia operacional.

30 El CFRP 25 después de la destilación en seco que alcanza la zona de calentamiento HZ es calentado con el fin de eliminar térmicamente una parte de carbono fijo unido a fibras de carbono en el espacio 2 de regeneración bajo una atmósfera de oxígeno (operación de eliminación de calor S4). En este documento, la temperatura de calentamiento en la zona de calentamiento HZ es ajustada a 550 °C en la presente realización, pero puede ser ajustada a una temperatura alta tal como aproximadamente 600 °C. Durante el calentamiento, las fibras de carbono de CFRP 25 después de la destilación en seco no se gasifican bajo una atmósfera de oxígeno a menos que una temperatura de calentamiento sea de 800 °C a 850 °C o superior. Como resultado, sólo se elimina térmicamente una parte del carbono fijo derivado de un componente de matriz por una reacción de oxidación para producir así fibras de carbono recicladas 8. Al calentar, ajustando una temperatura de calentamiento en la zona de calentamiento HZ, una distancia (longitud) en la zona de calentamiento HZ, y una velocidad de transporte, el CFRP 25 es ajustado para alcanzar la zona de refrigeración CZ hasta que no se elimina completamente un producto carbonizado del componente de matriz. Como resultado, las superficies de las fibras de carbono recicladas 8 están unidas con el producto carbonizado del componente de matriz, es decir, carbono fijo.

40 Luego, dado que las fibras de carbono recicladas 8 que alcanzan la zona de refrigeración CZ no reciben calor desde el generador de calor 21 en la parte de eliminación de calor 7, las fibras de carbono recicladas 8 liberan calor de manera gradual y son enfriadas lentamente mientras son transportadas a lo largo de la cinta 4 de malla (operación de refrigeración S5). En esta operación, un aire externo es enviado por una parte 22 de envío de aire desde el lado de transporte aguas abajo, de modo que las fibras de carbono recicladas 8 que están en contacto con el aire externo tienen un gradiente radical adicional de disminución de temperatura, e incluso cuando la zona de refrigeración CZ es establecida corta, se puede obtener un efecto de refrigeración suficiente. Indicar que dado que el carbono fijo está unido a las fibras de carbono recicladas 8, las fibras de carbono recicladas 8 no se alejan fácilmente por un aire externo por la parte 22 de envío de aire en comparación con fibras de carbono recicladas de las que se ha eliminado completamente un

componente de matriz. Un aire externo enviado a la zona de refrigeración CZ está en contacto con las fibras de carbono recicladas 8 que tienen aún una temperatura alta y son calentadas con intercambio de calor. Como resultado, una parte del aire externo es absorbida desde el conducto 24 de entrada de aire y descargada al exterior del horno continuo 26. Por otra parte, una parte de los residuos alcanza la zona de calentamiento HZ. En este proceso, un aire externo contiene oxígeno y se consume para una reacción de oxidación con el fin de gasificar un producto carbonizado derivado de un componente de matriz.

Después de eso, las fibras de carbono recicladas 8 alcanzan el final del espacio 2 de regeneración y las fibras de carbono recicladas 8 suficientemente enfriadas son descargadas desde el orificio de ventilación 17 (operación S6).

Como se ha explicado anteriormente, de acuerdo con el método de fabricación 1 de la presente realización, el CFRP 40 que es un material fuente es destilado en seco en los hornos 101 y 201 de destilación en seco-carbonización, el CFRP 25 después de la destilación en seco es colocado sobre la cinta de malla en el lado de transporte aguas arriba y transportado a una velocidad de transporte predeterminada, se descompone térmicamente un producto carbonizado de un componente de matriz en el espacio 2 de regeneración mientras que permanece una parte del producto carbonizado; por lo tanto, sólo se puede eliminar selectivamente el componente de matriz del CFRP 25 después de la destilación en seco y se pueden regenerar las fibras de carbono recicladas 8 que no se alejarán fácilmente por el viento, y similares.

En el dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas y el método para fabricar fibras de carbono recicladas de la presente realización, el CFRP 40 que ha de ser tratado se supone que es el CFRP obtenido utilizando, por ejemplo, fibras de carbono basadas en poliacrilonitrilo (fibras de carbono basadas en PAN) como un componente de relleno y una resina epoxi, o similar como un componente de matriz, y no están limitados a las mismas. En este caso, una relación de peso de un componente de matriz ocupado en CFRP 40 es de manera general aproximadamente el 60% en peso. En este documento, una resina epoxi, o similar, que es un componente de matriz se descompone térmicamente a una temperatura de calentamiento inferior (por ejemplo, alrededor de 400 °C a 600 °C) en comparación con una temperatura de descomposición de calentamiento (por ejemplo, alrededor de 850 °C) de una fibra de carbono que es un componente de relleno, y tiene una propiedad de gasificación. De la misma manera, el carbono fijo derivado de un componente de matriz también es gasificado aproximadamente a la misma temperatura.

Indicar que una resina utilizada como un componente de matriz no está limitada a la resina epoxi descrita anteriormente, y ejemplos de la misma incluyen una resina de polipropileno, una resina de polietileno, una resina de metacrilato de polimetilo, una resina de poliéster saturada, y una resina de policarbonato como resinas termoplásticas. Además, los ejemplos incluyen una resina de poliéster no saturada, una resina de fenol, y una resina de éster vinílico como resinas termoendurecibles, diferentes de las resinas epoxi.

El CFRP 40 que contiene una resina termoendurecible como un componente de matriz tiene una posibilidad de adherirse intensamente a fibras de carbono que han de ser regeneradas por una reacción termoendurecible de una resina cuando es calentada directamente. Por lo tanto, tal CFRP 40 es calentado de manera gradual para aumentar suavemente una temperatura, haciendo posible de este modo causar una gasificación o una reacción de combustión, y así se puede aplicar el método de fabricación y el dispositivo de fabricación de la presente realización.

Un componente de matriz vaporizado en una cámara de destilación en seco-carbonización de un horno de destilación en seco-carbonización es alimentado a un quemador 104 como un gas de destilación en seco y es quemado. Dado que muchos tipos de resinas tiene una gran cantidad de generación de calor durante el quemado, un gas de destilación en seco está en un estado de combustión autógena en el horno 201 de destilación en seco-carbonización desde el momento inmediatamente después de que la temperatura en el horno alcance 500 °C hasta completar la operación de destilación en seco y no son necesarios otros combustibles tales como queroseno para mantener la temperatura en el horno. Como resultado, se puede conseguir una disminución significativa de la energía en uso.

Ejemplo 1

En el presente ejemplo, se describirán específicamente las fibras de carbono recicladas 8 producidas en un método de fabricación en el que se alimenta vapor a 100 °C a una cámara de destilación en seco-carbonización en un horno de destilación en seco-carbonización en la operación de destilación en seco (operación S1) y aproximadamente el 3% del carbono fijo permanece en la operación de eliminación de calor S4. La fig. 1 muestra una construcción del horno 101 de destilación en seco-carbonización en el dispositivo de fabricación 100 de acuerdo con el ejemplo. La construcción del horno continuo 26 y las operaciones de producción desde la operación S2 a la operación S6 que se refieren al horno continuo 26 son como se describe en las realizaciones y, por lo tanto, se omiten explicaciones repetidas.

El horno 101 de destilación en seco-carbonización está provisto con un cuerpo principal 105 en forma de caja, una cámara 102 de destilación en seco-carbonización (caja de carbonización 102) prevista en el interior del cuerpo principal 105, y una cámara de combustión 103 prevista en la parte inferior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. Se forma una cámara de calentamiento 115 en el espacio entre el cuerpo principal 105 y la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. En el presente ejemplo, se ha previsto un sensor 141 de medición de temperatura en la cámara de combustión. También se ha previsto un sensor 142 de medición de temperatura en la pared interior de la cámara de calentamiento 115. Además, se ha previsto un sensor 143 de medición de temperatura en la parte superior de

la cámara 102 de destilación en seco-carbonización y se ha previsto un sensor 144 de medición de temperatura en la parte inferior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización.

5 El horno 101 de destilación en seco-carbonización tiene también una caldera externa 112 y una tubería de vapor 113 que comunica la caldera externa 112 con la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. Cuando se inicia la operación de destilación en seco S1 y en el momento en el que la temperatura en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización sobrepasa los 100 °C, se alimenta vapor a 100 °C desde la caldera externa 112 a través de la tubería de vapor 113. Se continúa con la alimentación de vapor hasta que se complete la destilación en seco y se inicie la refrigeración.

10 La fig. 4 muestra un cambio de temperatura en el interior del horno 101 de destilación en seco-carbonización durante la operación de destilación en seco de alimentar vapor a 100 °C. En este documento, el cambio de temperatura en el sensor 141 de medición de temperatura en la cámara de combustión se expresa por una línea continua del símbolo A, el cambio de temperatura en el sensor 142 de medición de temperatura se expresa por una línea discontinua del símbolo B, el cambio de temperatura en el sensor 143 de medición de temperatura en la parte superior de la cámara de destilación en seco-carbonización se expresa por una línea encadenada de dos puntos del símbolo C, y el cambio de temperatura en el sensor 144 de medición de temperatura en la parte inferior de la cámara de destilación en seco-carbonización se expresa por una línea encadenada de un punto del símbolo D. Como se ha mostrado en la fig. 4, ajustando una temperatura objetivo a 800 °C en la cámara de combustión, la temperatura de la cámara de destilación en seco-carbonización alcanzó 550 °C después de aproximadamente 3 horas y alcanzó aproximadamente 630 °C como máximo. La temperatura en la cámara de destilación en seco-carbonización era de 607 °C como máximo durante la operación de destilación en seco S1. Además, la temperatura de la parte inferior del estante resistente al calor en la cámara de destilación en seco-carbonización fue de 420 °C como máximo. La finalización de la operación de destilación en seco se determinó basándose en un caudal de un gas de destilación en seco que fluyó desde la tubería 107 de combustión de gas en el presente ejemplo, y un tiempo requerido para la destilación en seco fue 6 horas 30 minutos.

25 La fig. 3 muestra una relación entre la distribución de temperatura de un horno de destilación en seco-carbonización y un momento en el que un vapor a 100 °C fue alimentado por un generador de vapor para producir fibras de carbono recicladas 8, utilizando un horno de destilación en seco-carbonización con un gran volumen, que tiene dos cámaras de destilación en seco-carbonización. En este documento, una temperatura en la cámara de combustión se expresa por una línea continua del símbolo A, y el cambio de temperatura en la cámara de calentamiento se expresa por una línea discontinua del símbolo B. Los cambios de temperatura de las partes superiores de dos cámaras de destilación en seco-carbonización respectivas fueron medidos en un horno de destilación en seco-carbonización más grande y expresados por una línea encadenada de dos puntos del símbolo C y una línea encadenada de un punto del símbolo D. Como se ha mostrado en la fig. 3, una temperatura objetivo en la cámara de combustión se ajustó a 900 °C, pero una temperatura en la cámara de destilación en seco-carbonización no alcanzó los 500 °C y se mantuvo aproximadamente de 400 °C a 450 °C. Una temperatura en la parte superior de la cámara de destilación en seco-carbonización fue de 380 °C como máximo durante la operación de destilación en seco S1. Sin embargo, la operación de destilación en seco podría proseguir alimentando vapor a 100 °C incluso en un horno de destilación en seco-carbonización grande.

35 Se demostró la resistencia a la tracción de las fibras de carbono recicladas 8 en el presente ejemplo. Se puso en práctica una prueba de tracción en el método de una prueba de tracción simple de acuerdo con el documento JIS R7606. El resultado se mostró en la fig. 8. La fig. 8(a) es un resultado de prueba de fibras de carbono vírgenes como un ejemplo comparativo, y la fig. 8 (b) es un resultado de prueba de las fibras de carbono recicladas 8 producidas en el presente ejemplo. Las fibras de carbono recicladas 8 producidas en el presente ejemplo tenían una variación bastante pequeña en una resistencia en comparación con las fibras de carbono vírgenes no utilizadas, y tenía una resistencia del 80% de promedio con respecto a las fibras de carbono vírgenes, y se reveló que se pueden utilizar las fibras de carbono recicladas 8.

45 Ejemplo 2

El dispositivo 200 para fabricar fibras de carbono recicladas 8 y el método para fabricar fibras de carbono recicladas 8 en el presente ejemplo están caracterizado porque se alimenta vapor a 500 °C (vapor sobrecalentado) a una cámara de destilación en seco-carbonización en un horno de destilación en seco-carbonización en la operación de destilación en seco S1. La fig. 2 muestra una construcción del horno 201 de destilación en seco-carbonización en el dispositivo de fabricación 200 de acuerdo con el ejemplo. Los mismos símbolos se proporcionan a los dispositivos y operaciones que tienen las mismas construcciones que en el Ejemplo 1 y se omiten las explicaciones repetidas.

55 El horno 201 de destilación en seco-carbonización está provisto con un cuerpo principal 205 en forma de caja, una cámara 102 de destilación en seco-carbonización prevista en el interior del cuerpo principal 205, y una cámara de combustión 203 prevista en la parte inferior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. Se ha formado una cámara de calentamiento 215 en el espacio entre el cuerpo principal 205 y la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. El horno 201 de destilación en seco-carbonización también tiene una caldera externa 212, un generador 213 de vapor sobrecalentado previsto en la cámara de calentamiento 215, y una tubería de vapor 214 que es instalada desde la caldera externa 212 a través del generador 213 de vapor sobrecalentado alcanzando el interior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización. El generador 213 de vapor sobrecalentado en el presente ejemplo es un

intercambiador de calor. Cuando se inicia la operación de destilación en seco S1, se alimenta el vapor calentado previamente en la caldera externa 212 al generador 213 de vapor sobrecalentado y se sobrecalienta adicionalmente en la cámara de calentamiento 215. En el momento en el que la temperatura en la cámara de calentamiento 215 sobrepasa los 500 °C, se alimenta vapor sobrecalentado a 500 °C a la cámara 102 de destilación en seco-carbonización procedente del generador 213 de vapor a través de la tubería de vapor 214. Se continúa con la alimentación de vapor sobrecalentado hasta que se completa la destilación en seco y se inicia la refrigeración.

La fig. 5 muestra el cambio de temperatura dentro del horno 201 de destilación en seco-carbonización durante la operación de destilación en seco de alimentar vapor sobrecalentado a 500 °C. En este documento, el cambio de temperatura en el sensor 141 de medición de temperatura en la cámara de combustión 203 se expresa por una línea discontinua del símbolo A, el cambio de temperatura en el sensor 142 de medición de temperatura en la cámara de calentamiento 215 se expresa por una línea discontinua del símbolo B, el cambio de temperatura en el sensor 142 de medición de temperatura en la parte superior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización se expresa por una línea encadenada de dos puntos del símbolo C, y el cambio de temperatura en el sensor 143 de medición de temperatura en la parte inferior de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización se expresa por una línea encadenada de un punto del símbolo D. Como se ha mostrado en la fig. 5, estableciendo una temperatura objetivo en la cámara de combustión 203 a 800 °C, la temperatura de la cámara 102 de destilación en seco-carbonización alcanza 500 °C después de aproximadamente 2,5 horas y alcanza aproximadamente 630 °C como máximo. La temperatura de la parte superior del estante resistente al calor en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización fue de 566 °C como máximo durante la operación de destilación en seco S1. Además, la temperatura de la parte inferior del estante resistente al calor en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización fue de 563 °C como máximo. El hecho significa que la temperatura en la cámara 102 de destilación en seco-carbonización aumenta más rápida y uniformemente que en el Ejemplo 1. Como resultado, un tiempo requerido para la operación de destilación en seco S1 fue de aproximadamente 3 horas y 40 minutos. El tiempo requerido para la operación de destilación en seco en el Ejemplo 1 que utiliza vapor a 100 °C fue de 6 horas y 30 minutos, y así, un efecto de acelerar la operación debido a la utilización de vapor sobrecalentado es evidente.

Una de las razones principales para obtener tal efecto de acelerar la operación es porque la temperatura en la cámara 102 de destilación en seco aumenta rápida y uniformemente debido a la alimentación de vapor sobrecalentado y se genera un gas de destilación en seco durante un tiempo corto desde el inicio de la destilación en seco. Se alimenta un gas de destilación en seco a un quemador 104 a través de una tubería 107 de combustión de gas para ser utilizado como un combustible. El horno 201 de destilación en seco-carbonización estaba en un estado de combustión autógena desde el momento inmediatamente después en que la temperatura en el horno alcanzó los 500 °C hasta la finalización de la operación de destilación en seco y otros combustibles distintos del gas de destilación en seco no fueron necesarios en el presente ejemplo, lo que permitió así la disminución de un tiempo requerido para la operación.

Ejemplo 3

Se utilizan dos hornos 210a y 201b de destilación en seco-carbonización en el presente ejemplo, como se ha mostrado en la fig. 10. Se proporcionan los mismos símbolos a dispositivos que tiene las mismas construcciones que en el Ejemplo 2 y se omiten las explicaciones repetidas. Un generador de vapor en el horno 201a de destilación en seco-carbonización está provisto con una tubería de vapor 226a que alcanza una cámara 102a de destilación en seco-carbonización a través de un generador 224a de vapor sobrecalentado. La tubería de vapor 226a tiene una tubería de derivación 227a que se desvía en la parte frontal de la cámara 102a de destilación en seco-carbonización. Se instala la tubería de derivación 227a en la cámara 102b de destilación en seco-carbonización en el otro horno 201b de destilación en seco-carbonización y se abre la parte final en el interior de la cámara 102b de destilación en seco-carbonización. Un generador de vapor en el otro horno 201b de destilación en seco-carbonización está provisto con una tubería de vapor 226b que alcanza la cámara 102b de destilación en seco-carbonización a través de un generador 224b de vapor sobrecalentado. La tubería de vapor 226b tiene una tubería de derivación 227b que se desvía en la parte frontal de la cámara 102b de destilación en seco-carbonización. Se instala la tubería de derivación 227b en la cámara 102a de destilación en seco-carbonización en un horno 201a de destilación en seco-carbonización, y se abre la parte final en el interior de la cámara 102a de destilación en seco-carbonización. Otras construcciones de los hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización son las mismas que la del horno 201 de destilación en seco-carbonización en el Ejemplo 2. Se escalonan temporalmente os tiempos de inicio de la operación de destilación en seco S1 en los hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización del presente ejemplo. Luego, cuando se completa la destilación en seco de un horno de destilación en seco-carbonización y se inicia en una etapa de refrigeración, el vapor sobrecalentado que fue calentado suficientemente a una temperatura alta por el generador de vapor sobrecalentado fue alimentado a una cámara de destilación en seco-carbonización en el otro horno de destilación en seco-carbonización, y alimentado como una fuente de calor en el momento de inicio de la operación de destilación en seco S1. La fig. 9 muestra esquemáticamente una relación entre la distribución de temperatura y el tiempo de las cámaras 102a y 102b de destilación en seco-carbonización en el que fueron accionados alternativamente dos hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización. En la figura, la distribución de temperatura expresada por el símbolo A es una distribución de temperatura de la cámara 102a de destilación en seco-carbonización, y la distribución de temperatura expresada por el símbolo B es una distribución de temperatura de la cámara 102b de destilación en seco-carbonización. El vapor sobrecalentado de un horno de destilación en seco-carbonización se utiliza como una fuente de calor de una cámara de destilación en seco-

carbonización en el momento del inicio de la otra operación de destilación en seco, reduciendo de este modo los combustibles utilizados en el quemador 104, lo que hace posible producir fibras de carbono recicladas 8 a un coste menor.

Ejemplo 4

5 La fig. 11 muestra esquemáticamente una construcción del dispositivo de fabricación 230 del presente ejemplo. El dispositivo 230 para fabricar fibras de carbono recicladas del presente ejemplo está provisto con una construcción en la que dos hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización y la zona de calentamiento HZ en el horno continuo 233 se comunican a través de un trayecto 232 resistente al calor que tiene un amortiguador 231, además de una construcción en la que dos hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización puede alimentar vapor sobrecalentado a cada una de las otras cámaras de destilación en seco-carbonización. El calor de escape de los hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización se alimenta a la zona de calentamiento HZ en el horno continua 233 para calentar la zona de calentamiento HZ, reduciendo de este modo una corriente eléctrica alimentada al generador de calor 21, lo que hace posible ahorrar más combustible y producir fibras de carbono recicladas 8 a un coste menor.

Ejemplo 5

15 La fig. 12 muestra esquemáticamente una construcción del dispositivo de fabricación 240 del presente ejemplo. En el dispositivo 240 para fabricar fibras de carbono recicladas del presente ejemplo, un horno 241 de destilación en seco-carbonización comunica con la zona de calentamiento HZ en el horno continuo 233 a través de un trayecto 243 resistente al calor que tiene un amortiguador 242. Otras construcciones son las mismas que en el Ejemplo 4.

20 Como se ha descrito anteriormente, la presente invención fue explicada con referencia a realizaciones preferibles, sin embargo, la presente invención no se limita sólo a las mismas, y son posibles distintas modificaciones y cambios de diseños dentro del rango sin apartarse de la esencia de la invención como se ha descrito más abajo.

25 En el método de fabricación 1 de la presente realización, un dispositivo que utiliza la parte 6 de transporte de malla que tiene la cinta 4 de malla fue mostrado como un dispositivo para transportar el CFRP 25 después de la destilación en seco al espacio 2 de regeneración, pero no está limitado al mismo, y se pueden utilizar dispositivos que utilizan otros hornos de solera sobre rodillos, y similares. Sin embargo, como la presente realización, cuando el generador de calor 21 está previsto en la parte inferior del CFRP 25 después de la destilación en seco para ser calentado, la utilización de la cinta 4 de malla hace posible tener una propagación de calor preferible y poner en práctica un calentamiento eficaz.

30 Además, el Ejemplo 3 describe el caso en el que dos hornos 201a y 201b de destilación en seco-carbonización alimentan vapor sobrecalentado entre sí, pero es posible utilizar tres o más hornos de destilación en seco-carbonización e instalar una tubería de modo que un horno de alimentación en seco-carbonización alimente vapor sobrecalentado a los otros dos hornos.

Explicación de los Símbolos

- 1 Método de fabricación (método para fabricar fibras de carbono recicladas)
- 2 Espacio de regeneración
- 35 3 Cuerpo principal de horno continuo
- 7 Parte de eliminación de calor
- 8 Fibra de carbono reciclada
- 9 Parte de refrigeración
- 16 Entrada de introducción
- 40 17 Orificio de ventilación
- 25 Fibra de carbono unida con carbono fijo sobre las superficies (CFRP después de destilación en seco)
- 26 Horno continuo
- 40 CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono)
- CZ Zona de refrigeración
- 45 HZ Zona de calentamiento
- 100, 200 Dispositivos para fabricar fibra de carbono reciclada

- 101, 201 Horno de destilación en seco-carbonización
- 102 Cámara de destilación en seco-carbonización
- 103, 203 Cámara de combustión
- 104 Quemador
- 5 105, 205 Cuerpo principal
- 107 Tubería de combustión de gas
- 110 Bandeja resistente al calor
- 111 Estante resistente al calor
- 115, 215 Cámara de calentamiento
- 10 141, 142, 143, 144 Sensor de medición de temperatura

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (100, 200) para fabricar fibras de carbono recicladas (8) que utiliza plástico (40) reforzado con fibra de carbono que contiene fibras de carbono y un componente de matriz como un material fuente, que comprende:
- 5 un horno (101) de destilación en seco-carbonización para destilar en seco el plástico (40) reforzado con fibra de carbono y convertir una parte del componente de matriz en carbono fijo para unir el carbono fijo a las superficies de las fibras de carbono, dicho horno de destilación en seco-carbonización provisto con un cuerpo principal (105, 205) en forma de caja, una cámara (102) de destilación en seco-carbonización que está prevista en el interior del cuerpo principal (105, 205) y aloja el plástico (40) reforzado con fibra de carbono, una cámara de combustión (103, 203) que está prevista en la parte inferior de la cámara (102) de destilación en seco-carbonización y equipada con un quemador (104), y una cámara de calentamiento (115) formada en el espacio entre el cuerpo principal (105, 205) y la cámara (102) de destilación en seco-carbonización; y
- 10 un horno continuo (26) para calentar de modo continuo las fibras de carbono unidas con el carbono fijo y eliminar una parte del carbono fijo, dicho horno continuo provisto con una parte (6) de transporte de malla para transportar las fibras de carbono unidas con el carbono fijo y un espacio (2) de tratamiento de calor alargado en forma de túnel,
- 15 en el que se ha proporcionado un generador de vapor (105, 205) al horno (101, 102) de destilación en seco-carbonización proporcionando dicho generador de vapor, vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara (102) de destilación en seco-carbonización.
2. El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas según la reivindicación 1, en el que el generador de vapor (205) alimenta calor sobrecalentado a 500 °C o más y a 700 °C o menos a la cámara (102) de destilación en seco-carbonización.
- 20 3. El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas según la reivindicación 2, que comprende:
- una pluralidad de los hornos (201a, 201b) de destilación en seco-carbonización;
- una tubería de derivación (227a) que alimenta vapor sobrecalentado desde un generador de vapor (205a) de un horno (201a) de destilación en seco-carbonización a una cámara (102b) de destilación en seco-carbonización del otro horno (201b) de destilación en seco-carbonización; y
- 25 una tubería de derivación (227b) que alimenta vapor sobrecalentado desde un generador de vapor (205b) del otro horno (201b) de destilación en seco-carbonización a una cámara (102a) de destilación en seco-carbonización de un horno (201a) de destilación en seco-carbonización,
- 30 en el que el vapor sobrecalentado generado en un horno de destilación en seco-carbonización es alimentado como una fuente de calor para calentar la cámara de destilación en seco-carbonización del otro horno de destilación en seco-carbonización.
4. El dispositivo para fabricar fibras de carbono recicladas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la cámara de combustión en el horno de destilación en seco-carbonización y el espacio de regeneración en el horno continuo están conectados a través de un trayecto resistente al calor, y
- 35 gas de escape procedente del horno de destilación en seco-carbonización es alimentado como una fuente de calor del horno continuo.
5. Un método para fabricar fibras de carbono recicladas utilizando plástico (40) reforzado con fibra de carbono que contiene fibras de carbono y un componente de matriz, que comprende:
- 40 una operación de destilación en seco para destilar en seco el plástico (40) reforzado con fibra de carbono mientras se alimenta vapor a 100 °C o más y a 700 °C o menos por el horno (101, 201) de destilación en seco-carbonización y para convertir una parte del componente de matriz en carbono fijo para unir a las superficies de las fibras de carbono; y
- una operación de eliminación de calor para calentar las fibras de carbono unidas con el carbono fijo por un horno continuo (26) que tiene un espacio (2) de regeneración alargado en forma de túnel construido en el interior de un material resistente al fuego y para eliminar una parte del carbono fijo para obtener fibras de carbono recicladas (8).

Fig. 1

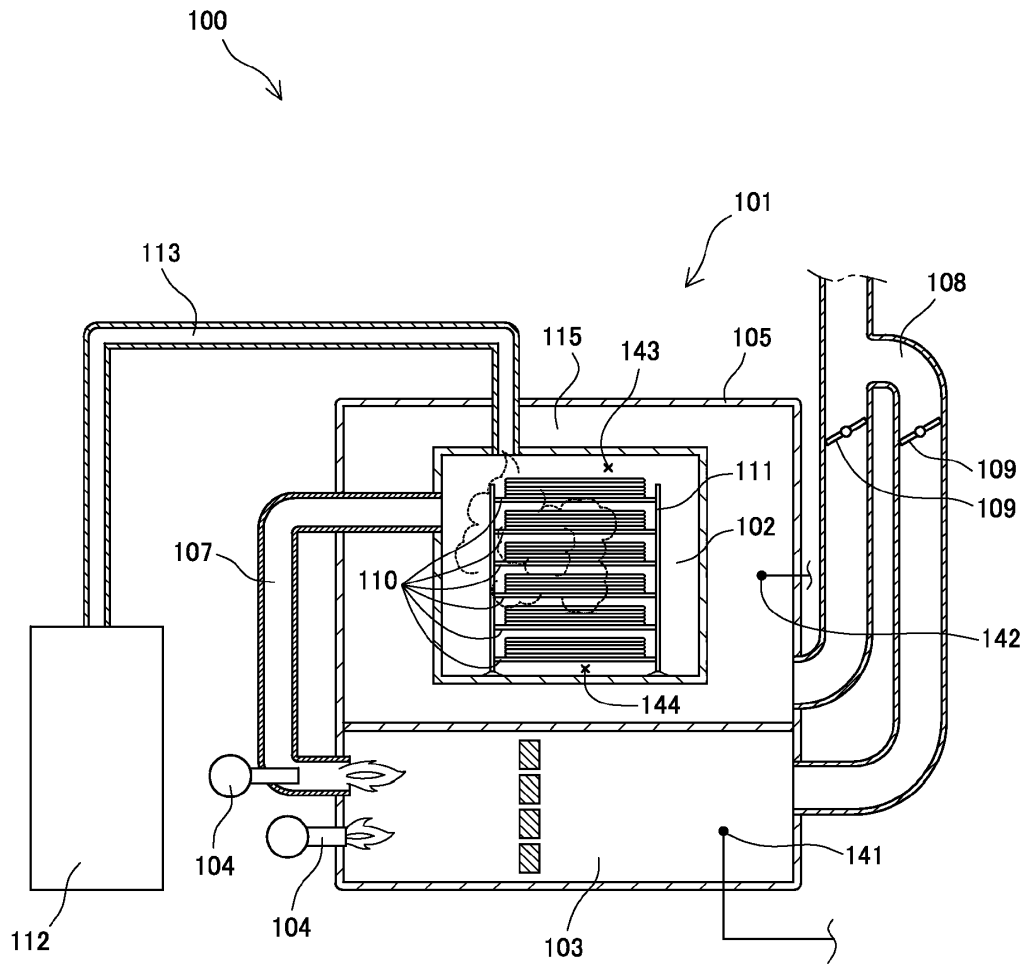
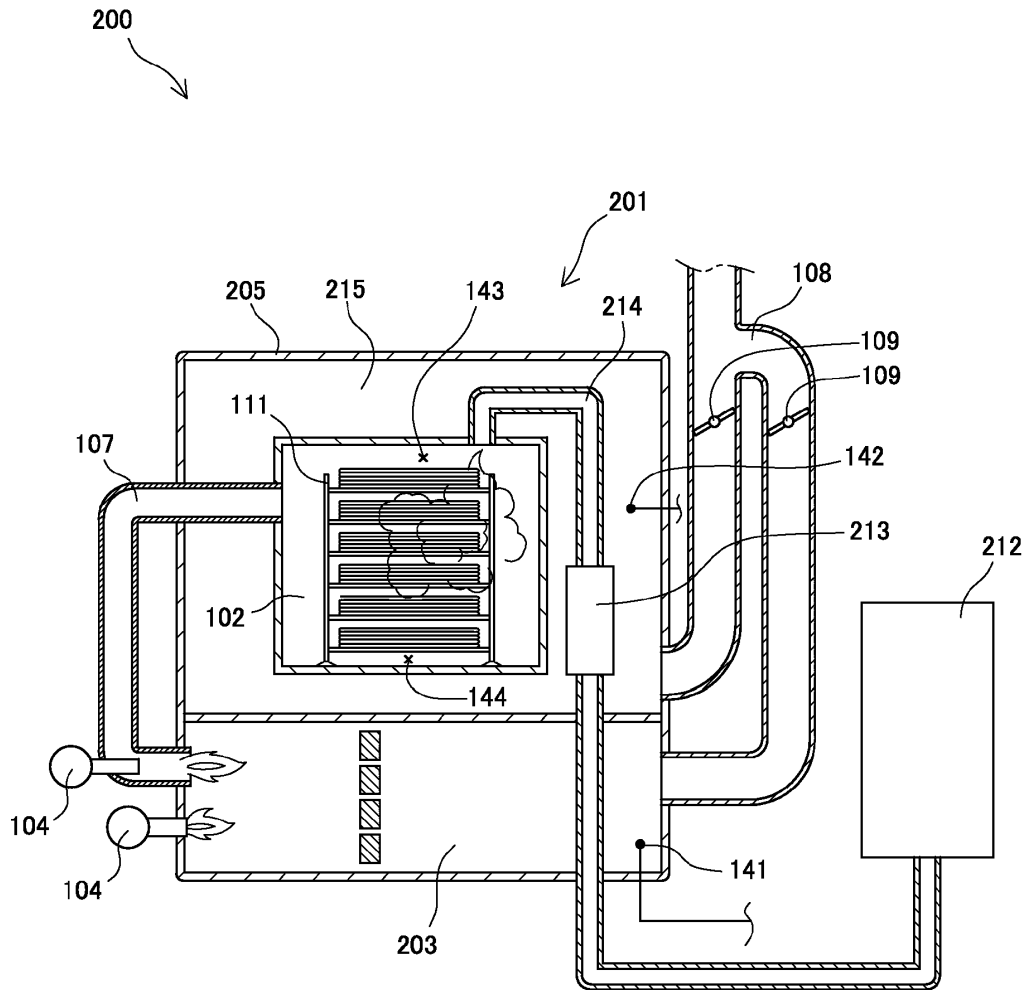


Fig. 2



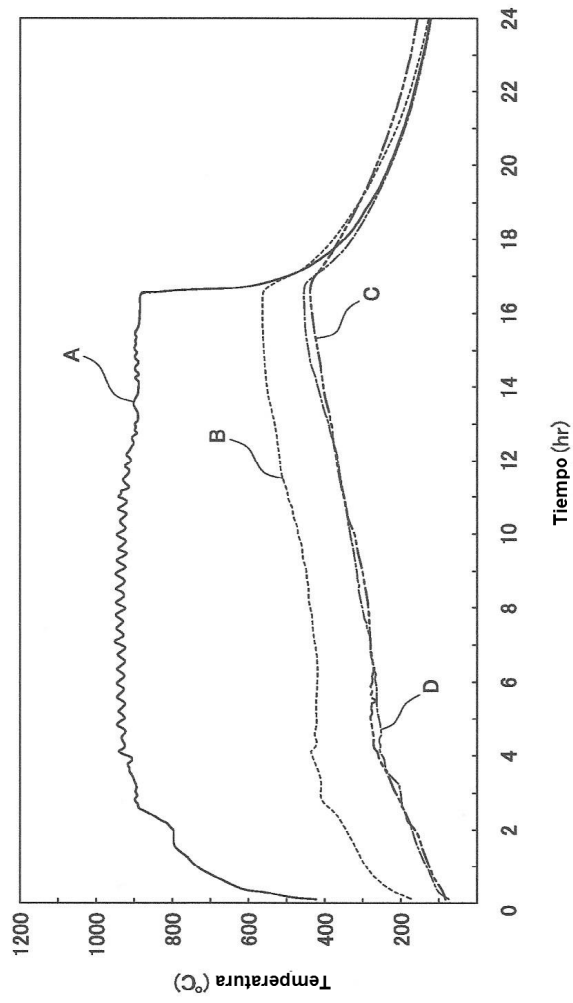


Fig. 3

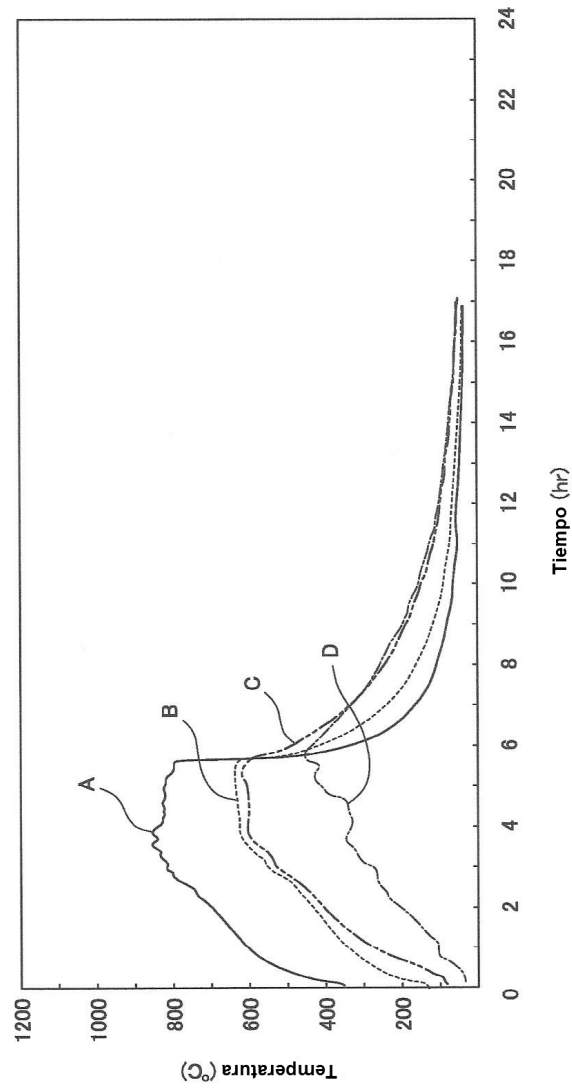


Fig. 4

Fig. 5

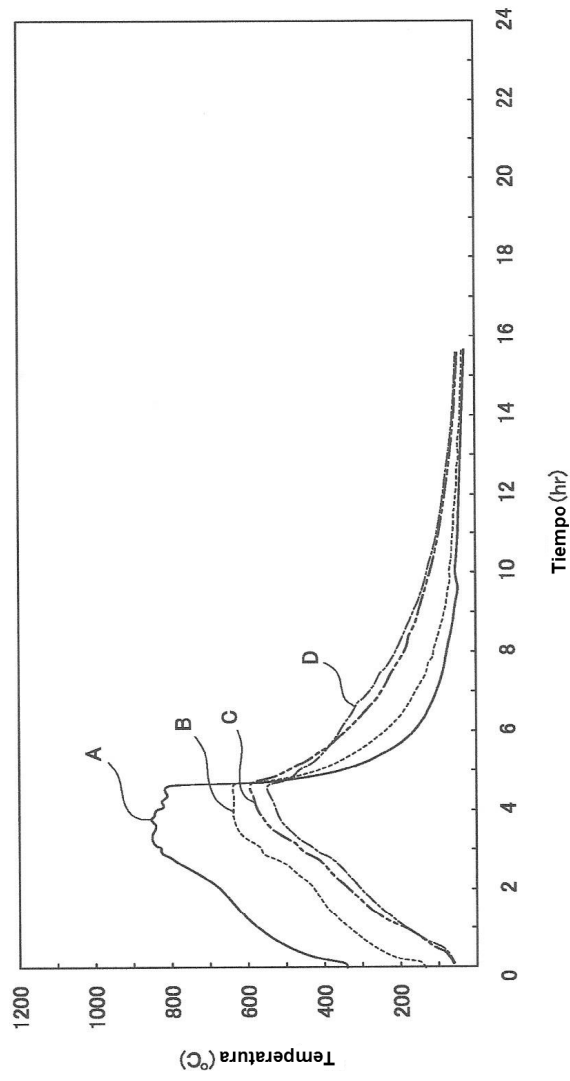


Fig. 7

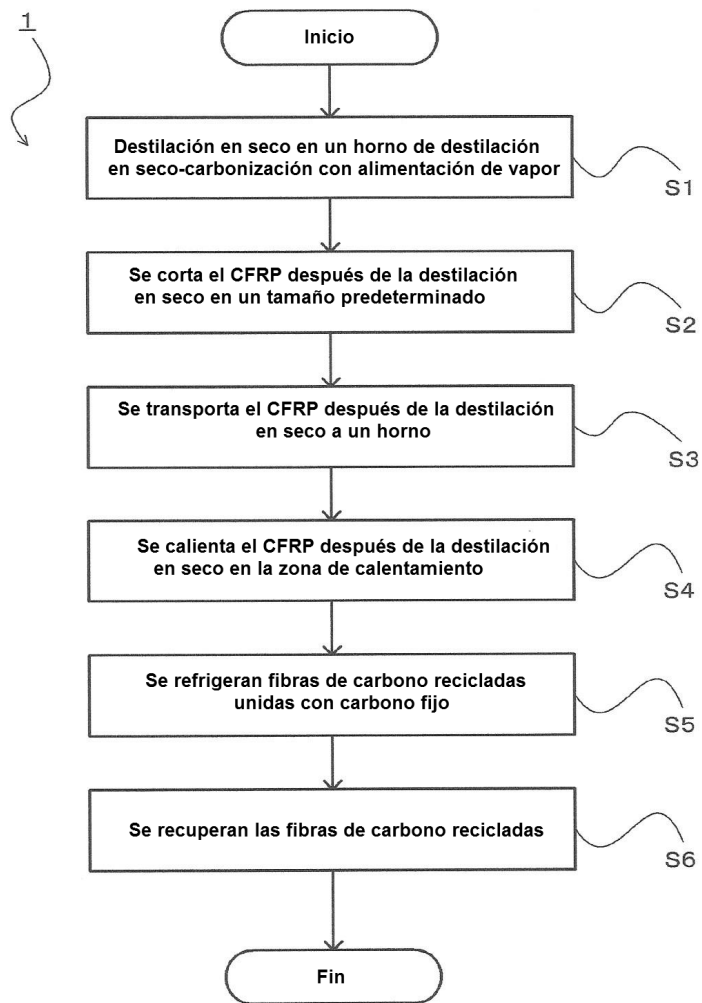
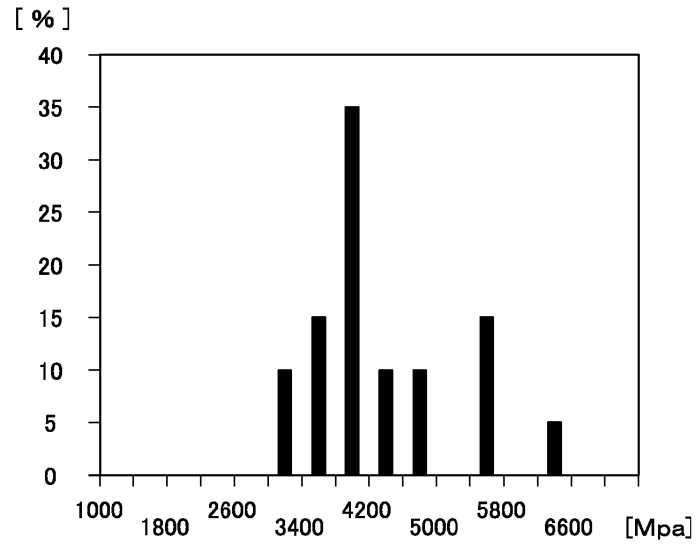
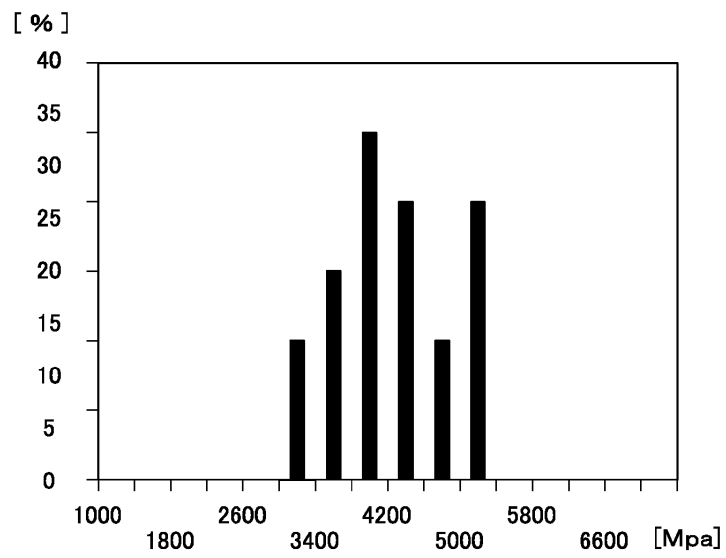


Fig. 8



(a)



(b)

Fig. 9

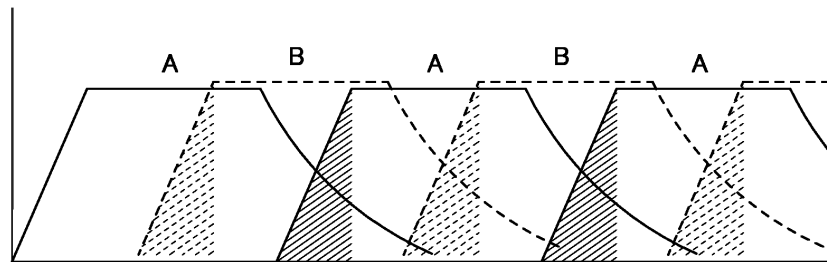


Fig. 10

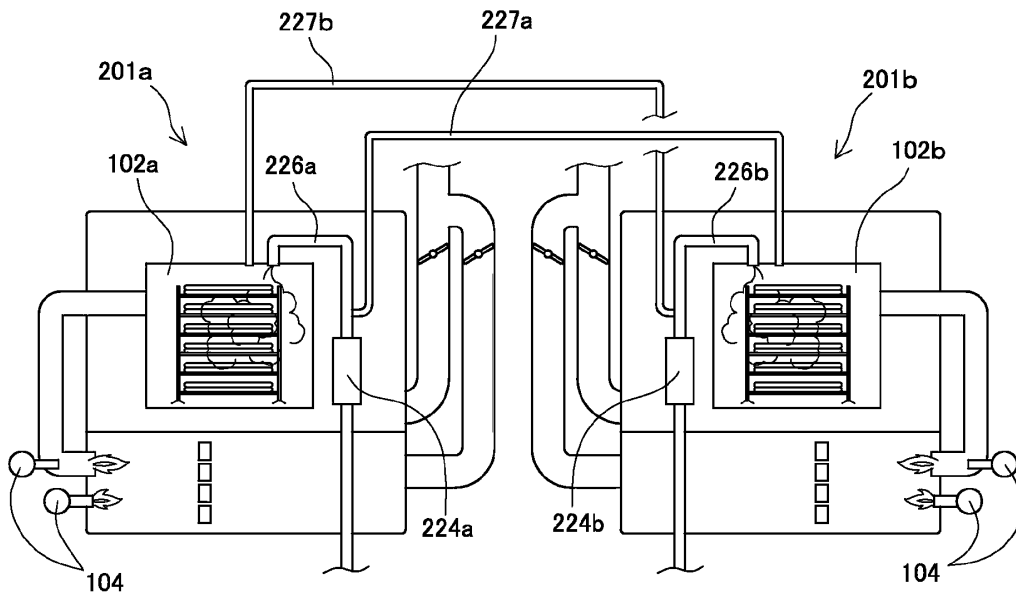


Fig. 11

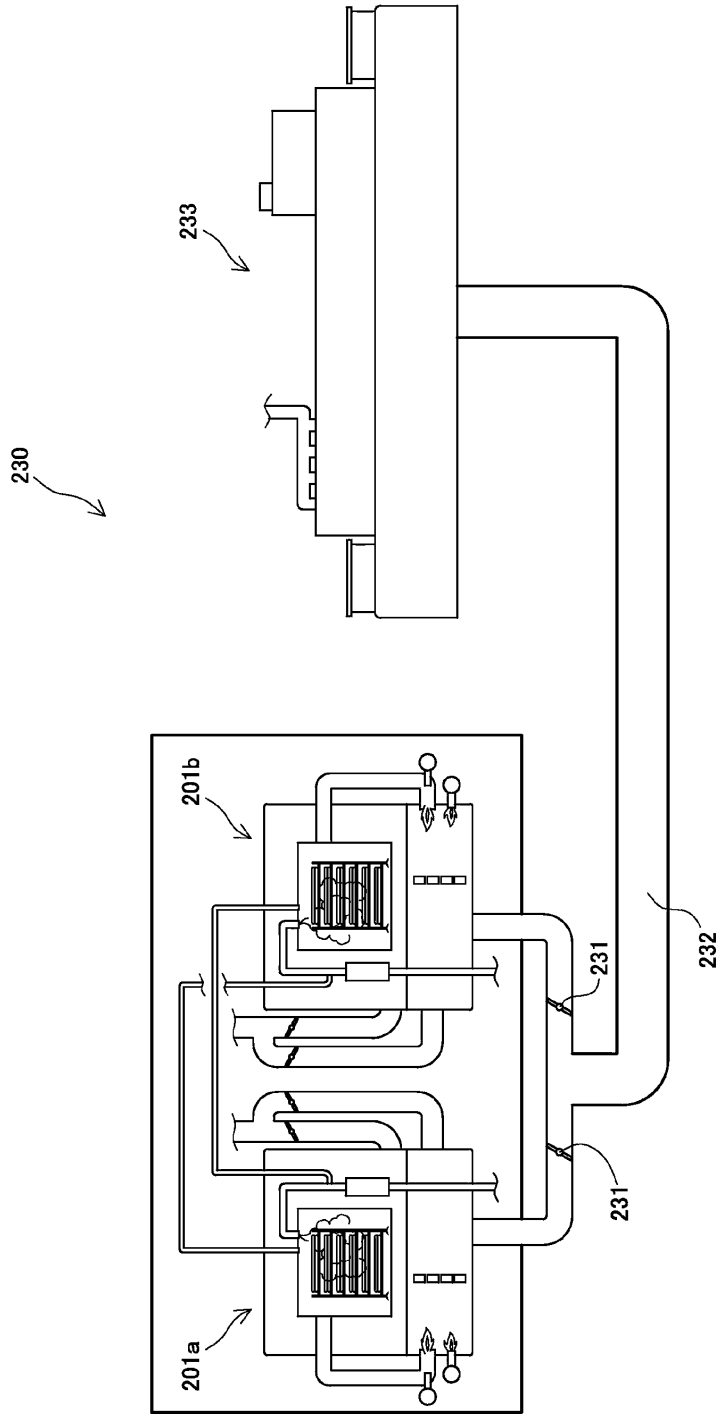


Fig. 12

