

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 532 576**

51 Int. Cl.:

D01F 9/32 (2006.01)

B65H 57/14 (2006.01)

B65H 57/16 (2006.01)

D01F 9/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2011 E 11812481 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2599903**

54 Título: **Método para producir haces de fibras de carbono**

30 Prioridad:

28.03.2011 JP 2011069896

27.07.2010 JP 2010167911

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

30.03.2015

73 Titular/es:

MITSUBISHI RAYON CO., LTD. (100.0%)

1-1, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku

Tokyo 100-8253, JP

72 Inventor/es:

TOKORO, YASUHITO y

KOTANI, TOMOYUKI

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 532 576 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

Método para producir haces de fibras de carbono

5 Antecedentes de la invención**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un método para producir haces de fibras de carbono.

10

Descripción de la técnica relacionada

Los haces de fibras de carbono normalmente se producen por carbonización de la siguiente manera: los haces de fibras acrílica, como precursores de los haces de fibras de carbono, se someten a un tratamiento denominado de retardo de llama en el que los haces de fibras acrílica se hacen pasar a través de un horno de atmósfera oxidante (en lo sucesivo en este documento denominado horno de retardo de llama) ajustado a una temperatura de 200 a 300 °C; después los haces de fibras retardantes de llama se hacen pasar secuencialmente para su carbonización a través de un horno de atmósfera inerte (en lo sucesivo en este documento, denominado horno de precarbonización) con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C y otro horno de atmósfera inerte (en lo sucesivo en este documento, denominado horno de carbonización) con la temperatura de tratamiento más alta que supera los 1000 °C. Además, cuando sea necesario, haciendo pasar para la grafitización los haces de fibras de carbono a través de un horno de atmósfera inerte (en lo sucesivo en este documento, denominado horno de grafitización) en el que la temperatura de tratamiento más alta supera los 2000 °C, pueden producirse haces de fibras grafitizadas de alta elasticidad.

25

En el horno de retardo de llama, los haces de fibras precursoras se tratan con calor en atmósfera oxidante y, de esta manera, los haces de fibras precursoras experimentan una reacción de oxidación para generar calor. Una temperatura de tratamiento con calor del horno de retardo de llama se ajusta tan baja como 200 a 300 °C, para que el calor de la reacción pueda almacenarse dentro de los haces de fibras para que se inicie la combustión y, de esta manera, se requiere un tratamiento con calor de larga duración con el fin de obtener los haces de fibras retardantes de llama predeterminados.

30

En el caso de que aumente la demanda de fibras de carbono y que se pretenda aumentar la cantidad de producción, se alimenta simultáneamente una multitud de haces de fibras al horno o se aumenta la velocidad de cocción. Sin embargo, con el fin de aumentar la capacidad de producción alimentando simultáneamente una multitud de haces de fibras, se requiere un tratamiento a largo plazo a menor temperatura, para que el calor de la reacción pueda almacenarse dentro de los haces de fibras para que se inicie la combustión y, de esta manera, tal método de tratar simultáneamente una multitud de haces de fibras tiene sus propios límites. Puede conseguirse un aumento de la capacidad de producción debido a un aumento en la velocidad de cocción aumentando la longitud de los haces de fibras precursoras que se desplazan en el horno de retardo de llama. Con el fin de aumentar la longitud de los haces de fibras precursoras que se desplazan en el horno de retardo de llama, normalmente se adopta un método en el que se permite salir a los haces de fibras precursoras de una vez al exterior del horno de retardo de llama, y después se hacen pasar repetidamente a través del horno de retardo de llama de una manera volteada mediante los rodillos de volteo dispuestos fuera del horno de retardo de llama.

45

Los haces de fibras retardantes de llama completados en el tratamiento con calor en el horno de retardo de llama se tratan en el horno de precarbonización, cargado con una atmósfera de gas inerte para que los haces de fibras no se oxiden, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, después se hacen pasar continuamente a través del horno de carbonización, en el que se ha cargado una atmósfera de gas inerte en su interior, los haces de fibras precarbonizadas se tratan con la temperatura de tratamiento más alta que supera los 1000 °C y, de esta manera, se convierten en haces de fibras de carbono. Los haces de fibras convertidos en haces de fibras de carbono son extremadamente débiles, ocurre una rotura parcial en los haces de fibras para generar una borra de haces de fibras, en un caso extremo se cortan los propios haces de fibras y, de esta manera, se requiere que el desplazamiento de los haces de fibras se realice cuidadosamente. Adicionalmente, en este proceso, el tratamiento con calor normalmente se completa en una pasada debido a las siguientes y otras razones: la conversión en haces de fibras de carbono ocurre en un tiempo extremadamente corto; la velocidad de aumento de temperatura de los haces de fibras afecta significativamente a la calidad de los haces de fibras de carbono; los productos descompuestos aparecen en grandes cantidades en la fase de conversión a los haces de fibras de carbono y, de esta manera, el paso repetido de los haces de fibras a través del interior del horno contamina los haces de fibras con tales productos descompuestos, lo que supone una de las causas para degradar la calidad de los haces de fibras. En el caso de que aumente la demanda de fibras de carbono y que pretenda aumentarse la cantidad de producción, se aumenta la velocidad de cocción o una multitud de haces de fibras se alimentan simultáneamente al horno. El aumento de la capacidad de producción basándose en el aumento de la velocidad de cocción conduce a la extensión de la longitud del horno y tal extensión está limitada y, por tanto, puede alimentarse una multitud de haces de fibras simultáneamente al horno.

65

La Bibliografía de Patente 1 desvela un método para producir con productividad satisfactoria fibras de carbono que tienen una buena calidad disminuyendo la anchura de la estopa de acuerdo con un aumento de la densidad de las fibras precursoras basadas en acrilonitrilo. Sin embargo, en este método, la separación de desplazamiento de las fibras precursoras en ocasiones disminuye en la etapa de retardo de llama y, de esta manera, el almacenamiento de calor debido al calor de reacción, dentro de los haces de fibras, en ocasiones no puede retirarse. Por consiguiente, un método del tipo en el que aumenta la temperatura de tratamiento, como se realiza normalmente, en una etapa de retardo de llama de acuerdo con el aumento de densidad de las fibras precursoras, en ocasiones no puede realizarse y, de esta manera, el tratamiento de retardo de llama en ocasiones tarda mucho tiempo como resultado de lo cual la productividad en ocasiones se degrada bastante.

La Bibliografía de Patente 2 desvela un método en el que la eficacia térmica aumenta de la siguiente manera: una multitud de haces de fibras retardantes de llama descargados del horno de retardo de llama se divide en un pluralidad de grupos de haces de fibras, cada uno de los grupos se acerca más a los demás con respecto a la dirección horizontal y cada uno de los grupos forma un nivel con respecto a la dirección vertical, de acuerdo con la forma de la entrada del horno de carbonización, para alimentar los haces de fibras retardantes de llama, no se le da una forma plana y, de esta manera, aumenta la eficacia térmica. En este método, sin embargo, las condiciones de calentamiento en ocasiones varían verticalmente entre los grupos de haces de fibras, divididos verticalmente en una pluralidad de fases y, por consiguiente, las propiedades físicas de los haces de fibras de carbono pueden variar entre los grupos de haces de fibras de carbono y la calidad de los haces de fibras de carbono puede ser inestable.

Bibliografía de la técnica anterior

Bibliografía de Patente

Bibliografía de Patente 1: JP 2008-19526 A

Bibliografía de Patente 2: JP 3047695 B

Sumario de la invención

Problemas a resolver por la invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un método para producir haces de fibras de carbono, en el que el método permite evitar el aumento de tamaño de los hornos de alta temperatura (el horno de precarbonización y el horno de carbonización) usados en la etapa de precarbonización y la etapa de carbonización, aumento de tamaño que va acompañado del aumento del número de haces de fibras, siendo el método de alta productividad con respecto al coste de equipo y energía, y la calidad de los haces de fibras de carbono es estable.

Medios para resolver los problemas

Un primer aspecto de la presente invención proporciona un método para producir haces de fibras de carbono, que incluye: una etapa de retardo de llama para convertir una pluralidad de haces de fibras precursoras en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor de la pluralidad de haces de fibras precursoras, en una atmósfera de gas oxidante de 200 a 300 °C, en un estado en el que la pluralidad de haces de fibras precursoras están alineados lado a lado en paralelo entre sí; una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado en paralelo entre sí; y una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante tratamiento con calor de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado en paralelo entre sí, en el que cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de retardo de llama está representada por P1, la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de precarbonización está representada por P2, y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de carbonización está representada por P3, se satisfacen las siguientes relaciones:

$$0,8 \leq P2/P1 \leq 1,0 \quad (1)$$

$$0,4 \leq P3/P1 \leq 0,8 \quad (2)$$

El método para producir haces de fibras de carbono preferentemente incluye además: (a) una etapa para hacer más pequeña la separación de desplazamiento de los haces de fibras presentes en cada uno de los 2 o más y 20 o menos bloques de haces de fibras, siendo dichos bloques de haces de fibras subgrupos de los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama, o siendo subgrupos de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos de la etapa de precarbonización, o siendo subgrupos de cada uno de los haces de fibras retardantes de llama y los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización; y (b) una etapa para acercar más los bloques de haces de fibras adyacentes entre sí, para que

todos los bloques de haces de fibras tengan una menor separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa (a).

5 En la etapa (a), es posible usar un rodillo estriado o una guía de cardado con el fin de disminuir la separación de desplazamiento.

La etapa (a) se realiza preferentemente con el uso de dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí.

10 Preferentemente, en la etapa (a), se usan al menos dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí para disminuir la separación de desplazamiento, usándose una guía de cardado además de los dos rodillos, o se usa un rodillo estriado como al menos uno de los dos rodillos.

15 Preferentemente, la etapa (a) se realiza con el uso de dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí, en el que el ángulo de inclinación máxima de los haces de fibras en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre los dos rodillos, en relación a un plano perpendicular a las direcciones del eje de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

20 Una distancia entre los dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí, usados en la etapa (a), preferentemente es de 750 mm o mayor.

25 Preferentemente, la etapa (b) se realiza con el uso de una pluralidad de pares de segundos rodillos de ángulo ajustable dispuestos entre el primer par de rodillos, en el que cada par de rodillos del primer par de rodillos y el segundo par de rodillos consiste en dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí, y el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de todos los bloques de haces de fibras que se desplazan entre el segundo par de rodillos, respecto a un plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos que constituyen el primer par de rodillos, se ajusta para que sea menor de 20°.

30 Un segundo aspecto de la presente invención es un método para producir haces de fibras de carbono que incluye: una etapa de retardo de llama para convertir una multitud de haces de fibras precursoras en haces de fibras retardantes de llama por tratamiento con calor en un horno de retardo de llama de la multitud de haces de fibras precursoras en una atmósfera de gas oxidante de 200 a 300 °C en un estado en el que una multitud de haces de fibras precursoras están alineados lado a lado; una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor en un horno de precarbonización de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado; y una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono por tratamiento con calor en un horno de carbonización de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado, en el que cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento de calor del horno de precarbonización está representada por P11 y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización está representada por P12, se satisface la siguiente relación:

45
$$0,40 \leq (P12/P11) \leq 0,90 \quad (3)$$

50 Preferentemente, la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de precarbonización, en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras alineados lado a lado, que se desplazan entre los dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

55 Cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de una sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P13, y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P14, se satisface preferentemente la siguiente relación:

60
$$0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90 \quad (4)$$

65 Adicionalmente preferentemente, en este caso, la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de carbonización, en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre estos dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones

de los ejes de estos dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

Un tercer aspecto de la presente invención es un método para producir haces de fibras de carbono que incluye: una etapa de retardo de llama para convertir una multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor en un horno de retardo de llama de la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en una atmósfera oxidante de 200 a 300 °C en un estado en el que la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono están alineados lado a lado; una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización tratando con calor en un horno de precarbonización los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado; y una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante tratamiento con calor en un horno de carbonización de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado, en el que cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización está representada por P13, y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización está representada por P14, se satisface la relación:

$$0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90 \quad (4)$$

Preferentemente, la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de carbonización, en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre los dos rodillos respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

Ventajas de la invención

La presente invención puede proporcionar un método para producir haces de fibras de carbono, en el que el método permite evita el aumento de tamaño de los hornos de alta temperatura (el horno de precarbonización y el horno de carbonización) usados en la etapa de precarbonización y la etapa de carbonización, aumento de tamaño que va acompañado del aumento del número de haces de fibras, el método es de alta productividad con respecto al coste de equipo y energía y la calidad de los haces de fibras de carbono es estable.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en planta esquemática de un aparato que puede usarse en una realización de un método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención; La Figura 2 es una vista en planta esquemática parcial de un aparato que puede usarse en las etapas (a) y (b) de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención (los bloques de haces de fibras mostrados en la Figura 1 están ilustrados parcialmente); La Figura 3 es una vista lateral esquemática parcial de un aparato que puede usarse en las etapas (a) y (b) de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención; La Figura 4 es una vista que ilustra una realización de la etapa (a) de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención (una vista en la dirección de la flecha A mostrada en la Figura 3); La Figura 5 es una vista en planta esquemática que puede usarse en un método para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras con dos rodillos estriados de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención; La Figura 6 es una vista en planta esquemática de un aparato que puede usarse en una realización de un método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con un segundo aspecto y un tercer aspecto de la presente invención; La Figura 7 es una vista lateral esquemática de un aparato que puede usarse en una realización de un método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con el segundo aspecto y el tercer aspecto de la presente invención; La Figura 8 es una vista para ilustrar un método para calcular las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada y la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización y la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización de acuerdo con el segundo aspecto y el tercer aspecto de la presente invención; y La Figura 9 es una vista para ilustrar una realización de un método para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras.

Realizaciones para realizar la invención

Los inventores realizaron un estudio de los medios racionales para conseguir los objetos mencionados anteriormente y, en consecuencia, han realizado un primer aspecto de la presente invención descubriendo que los objetos mencionados anteriormente pueden conseguirse alterando la separación de desplazamiento de los haces de fibras entre la etapa de retardo de llama y la etapa de carbonización y/o entre la etapa de precarbonización y la etapa de carbonización.

Específicamente, en la etapa de retardo de llama en la que los haces de fibras precursoras generan calor debido a la reacción de oxidación, los haces de fibras rotos pueden solaparse con haces de fibras adyacentes en el momento de la rotura y puede iniciarse su combustión y, de esta manera, la separación de desplazamiento preferentemente es tal que los haces de fibras rotas no solapan con los haces de fibras adyacentes y, preferentemente, en una disposición en la que los haces de fibras están dispuestos a intervalos iguales en la dirección del eje de un rodillo (por ejemplo, un rodillo plano 21 en la Figura 2). Por otro lado, en la etapa de precarbonización y la etapa de carbonización, en cada una de las cuales se realiza un tratamiento en una atmósfera inerte, es aceptable que los haces de fibras rotas solapen con los haces de fibras adyacentes y, de esta manera, la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede hacerse más estrecha que en la etapa de retardo de llama. Sin embargo, en la etapa de precarbonización, se generan muchos productos descompuestos en la fase de conversión de los haces de fibras de retardo de llama en los haces de fibras carbonizadas y, si los productos carbonizados permanecen en los haces de fibras, la calidad puede verse afectada y, de esta manera, la separación de desplazamiento de los haces de fibras no puede hacerse extremadamente estrecha. Por otro lado, en la etapa de carbonización, la generación de productos descompuestos es en una pequeña cantidad y, en consecuencia, se ha puesto de manifiesto que incluso cuando la separación de desplazamiento se hace más estrecha que en la etapa de precarbonización, ni la calidad ni el funcionamiento ni la estructura del aparato se ven afectadas.

El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con un primer aspecto de la presente invención incluye las siguientes etapas: una etapa de retardo de llama para convertir una pluralidad de haces de fibras precursoras en haces de fibras retardantes de llama por tratamiento con calor de la pluralidad de haces de fibras precursoras en una atmósfera de gas oxidante de 200 a 300 °C en un estado en el que la pluralidad de haces de fibras precursoras están alineados lado a lado en paralelo entre sí; una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado en paralelo entre sí; y una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono por tratamiento con calor de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado en paralelo entre sí.

En el método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de retardo de llama está representada por P1, la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de precarbonización está representada por P2 y la separación de desplazamiento en los haces de fibras en la etapa de carbonización está representada por P3, se satisfacen las siguientes relaciones:

$$0,8 \leq P2/P1 \leq 1,0 \quad (1)$$

$$0,4 \leq P3/P1 \leq 0,8 \quad (2)$$

Debe observarse que el número de haces de fibras permanece sin cambiar a través de estas etapas.

En lo sucesivo en este documento, la realización del primer aspecto de la presente invención se describe en detalle con referencia a las Figuras 1 a 5; sin embargo, la presente invención no está limitada a esta realización.

En primer lugar, de aproximadamente 100 a 2000 haces de fibras precursoras están alineados lado a lado en una forma de lámina para preparar un conjunto de tipo laminar de haces de fibras precursoras (11) y se someten a retardo de llama en un horno de retardo de llama (1) para preparar haces de fibras retardantes de llama (12). Una multitud de haces de fibras alineados lado a lado forman un plano y estos haces de fibras se denominan conjunto de haces de fibras de tipo laminar.

Específicamente, por ejemplo, como se muestra en la Figura 1, en primer lugar, el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se forma de la siguiente manera: una pluralidad de haces de fibras precursoras desenmarañados de una bobina cruzada (no mostrada) que cuelgan en un soporte de fileta se disponen con una guía (no mostrada) a intervalos iguales en paralelo entre sí para formar un solo y único plano. La guía se dispone apropiadamente de tal manera que puede mantenerse el estado de intervalos iguales y el estado paralelo de los haces de fibras precursoras. Los ejemplos de un tipo de guía incluyen un rodillo estriado sobre cuya superficie se graban estrías a intervalos iguales y una guía en la que las puntas se disponen a intervalos iguales.

Como la pluralidad de haces de fibras precursoras, pueden usarse haces de fibras precursoras tales como haces de fibras precursoras acrílicas y haces de fibras precursoras basada en brea. Los diámetros, el número y similares de los haces de fibras precursoras pueden ajustarse apropiadamente de acuerdo con el diámetro y la productividad de los haces de fibras de carbono producidos. La separación de desplazamiento (P1) en el horno de retardo de llama de los haces de fibras precursoras en el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar es la separación obtenida cuando los haces de fibras precursoras se disponen a intervalos iguales con una guía (no mostrada) proporcionada fuera del horno de retardo de llama (1) y está representado por el valor promedio de los valores medidos de los espaciados de centro a centro en la dirección de la anchura entre los haces de fibras precursoras adyacentes en un rodillo (no mostrado) dispuestos en el lado de entrada del horno de retardo de llama (1). Cuando el rodillo dispuesto en el lado de entrada es un rodillo estriado, la separación de las estrías es la separación de desplazamiento (P1) en el horno de retardo de llama. La separación de desplazamiento (P2) en el horno de precarbonización y la separación de desplazamiento (P3) en el horno de carbonización también está representada análogamente por valores promedio de los valores medios respectivamente en los rodillos (no mostrados) dispuestos en los lados de entrada del horno de precarbonización (2) y el horno de carbonización (3). La separación de desplazamiento (P1) de los haces de fibras en el horno de retardo de llama preferentemente es de 4 mm o mayor y 20 mm o menor desde el punto de vista de la productividad y prevención del almacenamiento de calor. Por ejemplo, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras es de 4 mm, esto significa que los espaciados de centro a centro (distancias) entre haces de fibras adyacentes en la dirección de la anchura (en la Figura 1, la dirección de arriba a abajo en el plano del papel) son de 4 mm.

A continuación, el conjunto de haces de fibras precursoras (11) del tipo laminar se alimenta al horno de retardo de llama (1). El conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se desplaza en el horno de retardo de llama (1) de una atmósfera de gas oxidante, en el que el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se somete a retardo de llama y después sale de una vez al exterior del horno de retardo de llama (1). A continuación, el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se voltea sobre el primer rodillo de volteo de un grupo de rodillos de volteo (no mostrados) proporcionado fuera del horno de retardo de llama (1). Después, el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar pasa de nuevo a través del horno de retardo de llama (1) para someterse a un tratamiento de retardo de llama. Posteriormente, el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se somete repetidamente a tratamiento de retardo de llama entre los rodillos de volteo y del grupo de rodillos de volteo. De esta manera, se obtiene un conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar. La atmósfera de gas oxidante no está particularmente limitada siempre y cuando sea una atmósfera oxidativa, y normalmente se usa aire como una atmósfera de gas oxidante desde el punto de vista de la eficiencia económica.

La temperatura de tratamiento con calor del horno de retardo de llama (1) es preferentemente 200 °C o mayor y 300 °C o menor desde el punto de vista de prevención del almacenamiento de calor. El tiempo de tratamiento de retardo de llama del horno de retardo de llama (1) preferentemente es 20 minutos o mayor y 120 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y prevención del almacenamiento de calor. La velocidad de transporte del conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar es preferentemente 3 m/min o mayor y 20 m/min o menor desde el punto de vista de la productividad.

La alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras hasta ahora se ha realizado con el uso de dos rodillos estriados como se muestra en la Figura 5. Por consiguiente, también en el método para producir haces de fibras de carbono del primer aspecto de la presente invención, por ejemplo, para los haces de fibras retardantes de llama obtenidos de la etapa de retardo de llama y/o de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos de la etapa de precarbonización, la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede realizarse en una etapa con el uso de dos rodillos estriados 26 y 27 mostrados en la Figura 5.

Sin embargo, en el primer aspecto de la presente invención, la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras preferentemente se realiza con un método de alteración de la separación de desplazamiento de dos fases compuesto de una etapa (a) y una etapa (b). El uso de este método posibilita evitar fácilmente la aparición de torceduras y posibilita producir fácilmente haces de fibras de carbono que tienen una calidad satisfactoria.

La etapa (a) se realiza preferentemente con el uso de dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí. En la etapa (a), con el fin de disminuir la separación de desplazamiento, pueden usarse un rodillo estriado o una guía de cardado. Por ejemplo, como al menos un rodillo (por ejemplo, el rodillo (21) en la Figura 2) de los dos rodillos mencionados anteriormente, puede usarse un rodillo estriado. Además de los dos rodillos, puede usarse también una guía de cardado.

En lo sucesivo en el este documento, se describe un ejemplo de un método de alteración de la separación de desplazamiento de dos fases tomando como ejemplo los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama.

Con el uso de un grupo de rodillos (4) que consiste en una pluralidad de rodillos dispuestos perpendiculares a la dirección de desplazamiento (dirección de la flecha en la Figura 2) de los haces de fibras y una pluralidad de pares de rodillos de ángulo ajustable, en el que el grupo de rodillos (4) está dispuesto entre el horno de retardo de llama

(1) y el horno de precarbonización (2) como se muestra en las Figuras 1 y 2, puede realizarse la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama. Más específicamente, el grupo de rodillos (4) puede consistir en: un par de rodillos para la etapa que consiste en dos rodillos (21 y 22) para realizar la etapa (a) dispuestos en paralelo entre sí; un primer par de rodillos para realizar la etapa (b); y un pluralidad de segundos pares de rodillos de ángulo ajustable para realizar la etapa (b). Cualquier par del primer par de rodillos y el segundo par de rodillos para la etapa (b) consiste en dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí; en la Figura 2, el primer par de rodillos consiste en los rodillos (22) y (25), y el segundo par de rodillos consiste en los rodillos (23) y (24). Un rodillo puede usarse para un doble fin, tanto para el par de rodillos para la etapa (a) como el primer par de rodillos para la etapa (b). En la Figura 2, el rodillo (22) se usa para un doble fin, tanto para el par de rodillos de la etapa (a) como para el primer par de rodillos de la etapa (b). Los dos rodillos (21 y 22) que constituyen el par de rodillos de la etapa (a) pueden disponerse respectivamente perpendiculares a la dirección de desplazamiento (en la Figura 2, la dirección de la flecha) de la multitud de haces de fibras usados en la etapa (a) y alineados lado a lado y dispuestos en paralelo a un solo y único plano formado por estos haces de fibras.

La distancia entre dos rodillos que constituyen el par de rodillos para la etapa (a) preferentemente es de 750 mm o mayor con el fin de evitar la aparición de torceduras en los haces de fibras y preferentemente es de 20000 mm o menor desde el punto de vista del contacto mutuo de los haces de fibras y la trabajabilidad.

Los dos rodillos (22 y 25) que constituyen el primer par de rodillos para la etapa (b) pueden disponerse en paralelo respectivamente a los dos rodillos (21 y 22) que constituyen el par de rodillos de la etapa (a). Los dos rodillos (23 y 24) que constituyen el segundo par de rodillos de la etapa (b) pueden disponerse respectivamente en perpendicular a la dirección de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan entre estos dos rodillos y dispuestos en paralelo a un solo y único plano formado por los haces de fibras que se desplazan entre estos dos rodillos. El número de segundos pares de rodillos para la etapa (b) puede determinarse de acuerdo con el número de los bloques de haces de fibras. En la etapa (a) una multitud de haces de fibras alineados lado a lado se dividen en dos o más subgrupos y la separación de desplazamiento se altera para cada uno de los subgrupos; los bloques de haces de fibras representan tales subgrupos. En la Figura 2, se muestran tres bloques de haces de fibras B1, B2 y B3, cada uno representando un único bloque de haz de fibras. En consideración de la productividad del horno de precarbonización o los efectos de los productos descompuestos sobre la calidad, la separación de desplazamiento de los haces de fibras se determina de tal manera que la separación de desplazamiento (P1) de los haces de fibras en la etapa de retardo de llama mencionada anteriormente y la separación de desplazamiento (P2) de los haces de fibras en la etapa de precarbonización mencionada anteriormente satisfacen la relación $0,8 \leq P2/P1 \leq 1,0$.

Un ejemplo de un método para alterar la separación de desplazamiento del haz de fibras se describe más específicamente con referencia las Figuras 2 a 4 (en las Figuras 2 a 4, se muestran tres bloques de los cinco bloques de haces de fibras mostrados en la Figura 1). La Figura 4 muestra una vista en la dirección de la flecha mostrada en la Figura 3.

En primer lugar, el conjunto de haces de fibras 31 de tipo laminar después del tratamiento de retardo de llama se divide en dos o más bloques de haces de fibras (B1 a B3), como se muestra en las Figuras 2 y 4 y se altera la separación de desplazamiento de los haces de fibras de retardo de llama en cada uno de los bloques. En otras palabras, en cada uno de los dos o más bloques de haces de fibras del conjunto de haces de fibras 31 de tipo laminar antes de la división, se altera la separación de desplazamiento de los haces de fibras retardantes de llama en cada uno de los bloques de haces de fibras para que sea más pequeña (etapa (a)). Por ejemplo, en la Figura 1, el conjunto de haces de fibras de tipo laminar se divide en cinco bloques de haces de fibras y, de esta manera, en cada uno de los cinco bloques de haces de fibras, se altera la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el bloque de haces de fibras para que sea más pequeña. Del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar después del tratamiento de retardo de llama, el grupo de haces de fibras de tipo laminar antes de la división está representado particularmente por el número de referencia 31. En este caso, como se muestra en la Figura 4, la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en cada uno de los bloques, en concreto la etapa (a), se realiza con el uso de dos rodillos (21 y 22) dispuestos en paralelo entre sí, en el que el ángulo de inclinación máxima de los haces de fibras (por ejemplo, el ángulo de inclinación del haz de fibras 32) respecto al plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos en cada uno de los bloques de haces de fibras (en la Figura 2 en cada uno de los bloques de haces de fibras B1, B2 y B3), que se desplazan entre estos dos rodillos, preferentemente se ajusta para que sea mayor de $0,1^\circ$ y menor de $3,0^\circ$. Típicamente, el ángulo de inclinación máxima es el ángulo de inclinación de un haz de fibras localizado en cualquiera de los bordes en cada uno de los bloques de haces de fibras. Hay dos haces de fibras localizados en los bordes en cada uno de los bloques de haces de fibras, y los ángulos de inclinación de estos dos haces de fibras pueden ser iguales entre sí o diferentes entre sí. Específicamente, por ejemplo, los ángulos de inclinación de dos haces de fibras (uno de estos haces de fibras está denotado por el número de referencia 32) localizado en ambos bordes del bloque de haces de fibras B1 en la Figura 4, pueden ser iguales entre sí o diferentes entre sí. Este también es el caso para los bloques de haces de fibras B2 y B3. En cada uno de los bloques de haces de fibras, cuando los ángulos de inclinación de los dos haces de fibras localizados en ambos bordes son iguales entre sí, el mismo ángulo es el ángulo de inclinación máxima de los haces de fibras en el bloque de haces de fibras y cuando los ángulos de inclinación de los dos haces de fibras son diferentes entre sí, el ángulo de inclinación más grande de estos dos ángulos de inclinación es el ángulo de

inclinación máxima. Los ángulos de inclinación máxima definidos para los bloques de haces de fibras respectivos (en la Figura 4, B1 a B3) pueden ser del mismo valor (en ángulo) entre sí o pueden ser de diferente valor entre sí.

De esta manera, el ángulo de inclinación máxima está definido para cada uno de los bloques de haces de fibras y, en lo sucesivo en este documento, estos ángulos de inclinación máximos generalmente se denominan θ_1 . Hay dos haces de fibras localizados en los bordes de cada uno de los bloques de haces de fibras; por ejemplo, en la Figura 1, los ángulos de inclinación de dos haces de fibras localizados en los bordes de cada uno de los bloques de haces de fibras son del mismo valor (en ángulo), y, de esta manera, θ_1 existe en diez posiciones (5 (número de bloques de haces de fibras) x 2 (número de bordes)). En la Figura 4, se muestra uno de los diez θ_1 en la Figura 1.

Cuando estos ángulos de inclinación (θ_1) son mayores de $0,1^\circ$, puede evitarse fácilmente el aumento de la distancia entre el rodillo (21) y el rodillo (22), y puede evitarse fácilmente el aumento de la duración en el tiempo del proceso de producción de haces de fibras de carbono. Cuando estos ángulos de inclinación (θ_1) son todos menores de $3,0^\circ$, puede evitarse fácilmente la aparición de torceduras. Cada uno de los ángulos de estos θ_1 se ajusta preferentemente adicionalmente para que sea mayor de $0,3^\circ$ y menor de $2,5^\circ$.

Con respecto a todos los haces de fibras, como se muestra en la Figura 4, en el bloque de haces de fibras constituido con los haces de fibras dispuestos a intervalos iguales en paralelo entre sí para formar un solo y único plano, los ángulos de inclinación respecto al plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos que constituyen el par de rodillos de la etapa (a) puede diseñarse de la siguiente manera. Específicamente, los ángulos de inclinación de los haces de fibras localizados en ambos bordes del bloque de haz de fibras pueden diseñarse para que sean el más grande y los ángulos de inclinación de los haces de fibras pueden diseñarse para reducirse a medida que se aproximan al centro del bloque del haz de fibras. En este caso, en los ángulos de inclinación, en relación al plano perpendicular a las direcciones del eje de estos dos rodillos, de todos los haces de fibras en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre estos dos rodillos, el ángulo más grande entre estos ángulos de inclinación preferentemente se ajusta para que sea mayor de $0,1^\circ$ y menor de $3,0^\circ$ y adicionalmente preferentemente se ajusta para que sea mayor de $0,3^\circ$ y menor de $2,5^\circ$.

En este caso, como se muestra en la Figura 3, los dos rodillos (21 y 22) se disponen preferentemente de tal manera que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar que se desplaza entre estos dos rodillos se desplace en la dirección vertical para que el espacio pueda utilizarse eficazmente. Preferentemente, se usa un rodillo plano (21) como el rodillo (21) y se usa un rodillo estriado (22) que puede controlar la separación de desplazamiento de los haces de fibras como el rodillo (22). En lugar del rodillo estriado (22), puede usarse también una estructura en la que una guía capaz de controlar la separación de desplazamiento de los haces de fibras se combina con un rodillo plano.

El número de bloques de haces de fibras se varía dependiendo de la anchura total del conjunto de haces de fibras (31) de tipo laminar antes de la división y la magnitud de alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras; sin embargo, el número de bloques de haces de fibras preferentemente es 2 o mayor y 20 o menor y, más preferentemente, 4 o mayor y 10 o menor, con el fin de evitar el aumento del coste del equipo debido al aumento del número de los segundos pares de rodillos de ángulo ajustable (23 y 24) que realizan la alteración descrita a continuación (etapa (b)) de las posiciones de los bloques de haces de fibras.

En lo sucesivo en este documento, el método de la etapa (b), en concreto un método para alterar la posición de cada uno de los bloques de haces de fibras en la dirección de la anchura de la lámina (en la Figura 1, la dirección de arriba a abajo en el plano de papel) es de tal manera que los bloques de haces de fibras adyacentes se acercan entre sí, más específicamente, un método en el que usando la pluralidad de pares de rodillos de ángulo ajustable dispuestos de tal manera que los bloques de haces de fibras con una separación de desplazamiento reducida de los haces de fibras en la etapa (a) se acercan entre sí, los espaciados mutuos entre los bloques de haces de fibras se alteran y los bloques de haces de fibras se redisponen, como se explica usando las Figuras 2 y 3. Cuando los bloques de haces de fibras se acercan entre sí, los bloques de haces de fibras se acercan entre sí de tal manera que las separaciones de desplazamiento de todos los haces de fibras son iguales que la separación de desplazamiento de los haces de fibras en los bloques de haces de fibras. Todos los bloques de haces de fibras en la etapa (b) se refiere a la totalidad de los bloques de haces de fibras en la etapa (a); cuando hay cinco bloques de haces de fibras como en la Figura 1, se pretende mencionar la totalidad de los cinco bloques de haces de fibras. En otras palabras, en el caso de la Figura 1, mediante la etapa (b), los bloques de haces de fibras adyacentes en los cinco bloques de haces de fibras se acercan entre sí. Como se muestra en la Figura 4, mediante la etapa (a), las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en cada uno de los bloques de haces de fibras (B1 a B3) se estrechan sobre el rodillo estriado (22). Como resultado, se forman huecos entre los bloques de haces de fibras. En otras palabras, el estado es tal que los espaciados entre los bloques de haces de fibras adyacentes son más anchos que los espaciados entre los haces de fibras adyacentes en los bloques de haces de fibras. Los rodillos de ángulo ajustable (23, 24) se ajustan de manera que, mediante la etapa (b), a partir de este estado, los huecos entre los bloques de haces de fibras (B1 a B3) se estrechan, y las separaciones de desplazamiento de todos los haces de fibras son iguales a las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en los bloques de haces de fibras. En otras palabras, usando la pluralidad de segundos pares de rodillos de ángulo ajustable (constituidos con el rodillo (23) y el

rodillo (24)) dispuestos entre el primer par de rodillos para la etapa (b), los huecos mutuos entre los bloques de haces de fibras adyacentes (B1 a B3) se estrechan, y, de esta manera, las separaciones de desplazamiento de todos los haces de fibras se ajustan de manera que sean iguales. En este caso, la magnitud de alteración del ángulo de cada uno de los bloques de haces de fibras (B1 a B3) varía dependiendo de la localización (ambos bordes, la porción central, o similares) del bloque de haces de fibras mencionados anteriormente en la totalidad de los bloques de haces de fibras (en la Figura 2, B1 a B3) de la lámina; sin embargo, los haces de fibras individuales en cada uno de los bloques de haces de fibras (B1 a B3) se desplazan en un estado en el que los haces de fibras individuales se alinean lado a lado en paralelo entre sí. En un rodillo plano (25) dispuesto en paralelo al rodillo plano (21), la separación de desplazamiento de todos los haces de fibras del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar se convierte en la separación de desplazamiento (P2) adecuada para entrar en el interior del horno de precarbonización. En este caso, el ángulo de inclinación máxima de los bloques de haces de fibras (en la Figura 2, el ángulo de B1) del conjunto de haces de fibras de tipo laminar, cuando el bloque de haces de fibras se desplaza entre el segundo par de rodillos (entre el rodillo 23 y el rodillo 24) respecto al plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos (22 y 25) que constituyen el primer par de rodillos, preferentemente se ajusta para que sea menor de 20°. Típicamente, el ángulo de inclinación se maximiza en el bloque de haces de fibras localizado en los bordes del conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar. Hay dos bloques de haces de fibras localizados en los bordes del conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar; los ángulos de inclinación de estos dos bloques de haces de fibras pueden ser iguales entre sí o pueden ser diferentes entre sí. Cuando los ángulos de inclinación de los dos bloques de haces de fibras localizados en los bordes son iguales entre sí, el mismo ángulo es el ángulo de inclinación máxima y cuando los ángulos de inclinación de estos dos bloques de haces de fibras son diferentes entre sí, el ángulo de inclinación más grande de estos dos ángulos de inclinación es el ángulo de inclinación máxima.

En lo sucesivo en este documento, este ángulo de inclinación máxima se denomina $\theta 2$. Hay dos bloques de haces de fibras localizados en los bordes, por cada uno del conjunto de haces de fibras de tipo laminar, y en la Figura 1, los ángulos de inclinación de estos bloques de haces de fibras son iguales entre sí. Por consiguiente, en la Figura 1, $\theta 2$ se define para los dos bloques de haces de fibras, localizados en ambos bordes en la dirección de arriba a abajo en el plano del papel, entre los cinco bloques de haces de fibras y, de esta manera, $\theta 2$ existe en dos posiciones. En la Figura 2, se muestra uno de los dos $\theta 2$ en la Figura 1; específicamente, se muestra el ángulo de inclinación de la dirección de desplazamiento del bloque de haces de fibras (B1) localizado en uno de ambos extremos del conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplaza entre los rodillos plano de ángulo ajustable (23 y 24).

Cuando este ángulo de inclinación ($\theta 2$) es menor de 20°, puede evitarse fácilmente la aparición de torceduras. El ángulo $\theta 2$ es más preferentemente mayor de 16°.

Cuando se realiza la etapa (a) como se muestra en la Figura 2, usando los haces de fibras dispuestos a intervalos iguales en paralelo entre sí tal como para formar un solo y único plano, y sucesivamente se realiza la etapa (b), los ángulos de inclinación de todos los bloques de haces de fibras, respecto al plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos (22, 25) que constituyen el primer par de rodillos, en el conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplazan entre el segundo par de rodillos, puede diseñarse de la siguiente manera. Específicamente, los ángulos de inclinación de los bloques de haces de fibras (por ejemplo B1 en la Figura 2) localizados en ambos bordes pueden diseñarse para que sean mayores, y los ángulos de inclinación de los bloques de haces de fibras pueden diseñarse para reducirse a medida que se aproximan al centro. En tal caso, con respecto a los ángulos de inclinación, respecto al plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos (22, 25) de todos los bloques de haces de fibras que se desplazan entre el segundo par de rodillos, el ángulo más grande de estos ángulos de inclinación preferentemente se ajusta para que sea menor de 20° y más preferentemente se ajusta a menor de 16°.

Como se ha descrito anteriormente, el método de alteración de la separación de desplazamiento de dos fases compuesto de la etapa (a) y la etapa (b) puede usarse para los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización así como para los haces de fibras retardantes de llama obtenidos de la etapa de retardo de llama. Por consiguiente, por conveniencia, los ángulos $\theta 1$ y $\theta 2$ en la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama usando el grupo de rodillos (4) se denominan $\theta 1-1$ y $\theta 2-1$, respectivamente, y $\theta 1$ y $\theta 2$ en la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización usando el grupo de rodillos (5) se denominan $\theta 1-2$ y $\theta 2-2$, respectivamente.

El conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar se altera y, cuando sea necesario, con respecto a la separación de desplazamiento del haz de fibras en base al método de alteración de la separación de desplazamiento de dos etapas mencionado anteriormente (usando el grupo de rodillos (4) mostrado en la Figura 1), y después se alimenta al horno de precarbonización (2) desde la ranura de entrada del haz de fibras del horno de precarbonización (2).

La atmósfera dentro del horno de precarbonización (2) es una atmósfera de gas inerte. Como el gas inerte, puede usarse nitrógeno, argón o similares; normalmente, se usa nitrógeno desde el punto de vista de la eficiencia

económica. El conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar alterado, cuando sea necesario, con respecto a la separación de desplazamiento, se desplaza en el horno de precarbonización (2) mientras se somete a un tratamiento de precarbonización y después sale del horno de precarbonización (2) para convertirse en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización (13) de tipo laminar.

La temperatura de tratamiento más alta en el tratamiento con calor de la etapa de precarbonización se ajusta de 500 a 800 °C. La temperatura de tratamiento con calor dentro del horno de precarbonización (2) preferentemente es de 500 °C o mayor y 800 °C o menor desde el punto de vista de desarrollo de resistencia como fibras de carbono. El tiempo de tratamiento de precarbonización preferentemente es de 0,6 minutos o mayor y 3,0 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y el desarrollo de resistencia como fibras de carbono.

A continuación, se altera la separación de desplazamiento del haz de fibras del conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar, cuando sea necesario, de la misma manera que en el caso del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar usando, por ejemplo, el método de alteración de la separación de desplazamiento de dos fases mostrado en las Figuras 1 a 4. En este caso, los medios para reducir la separación de desplazamiento en la etapa (a) y la distancia entre el par de rodillos para la etapa (a) pueden ser iguales que en el caso de los haces de fibras mencionados anteriormente (12). Cuando se adopta el método de alteración de la separación de desplazamiento de dos fases, los intervalos del ángulo preferibles para θ_{1-2} y θ_{2-2} en las etapas (a) y (b) son los mismos que en los intervalos de ángulo para θ_{1-1} y θ_{2-1} , respectivamente, en la alteración de la separación de desplazamiento del haz de fibras mencionado anteriormente del conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar, y en lugar del grupo de rodillos (4) mostrado en la Figura 1, se usa el grupo de rodillos (5) que tiene la misma estructura. En lo sucesivo en este documento, con el fin de distinguir entre estos dos grupos de rodillos, los rodillos (21 a 25) que constituyen el grupo de rodillos (4) se denominan rodillos (21-1 a 25-1) por conveniencia, y los rodillos (21 a 25) que constituyen el grupo de rodillos (5) se denominan rodillos (21-2 a 25-2) por conveniencia.

Los bloques de haces de fibras en las etapas (a) y (b) se refieren, en el caso de que la separación de desplazamiento se vea alterada con respecto a los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama, a los bloques de haces de fibras obtenidos cuando los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama se dividen en dos o más bloques y se refieren, en el caso de que la separación de desplazamiento se altere con respecto a los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización, a los bloques de haces de fibras obtenidos cuando los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización se dividen en dos o más bloques. Por ejemplo, en la Figura 1, los bloques de haces de fibras en las etapas (a) y (b) en el caso de que la separación de desplazamiento de los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama se vea alterada usando el grupo de rodillos (4) se refiere a los cinco bloques de haces de fibras en el grupo de rodillos (4). Análogamente, en la Figura 1, los bloques de haces de fibras en las etapas (a) y (b) en el caso de que la separación de desplazamiento de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización se altere usando el grupo de rodillos (5), se refiere a los cinco bloques de haces de fibras en el grupo de rodillos (5).

La separación de desplazamiento del haz de fibras se ajusta, en consideración de la productividad y la trabajabilidad del horno de carbonización, de tal manera que cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de retardo de llama está representada por P1 y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de carbonización está representada por P3, P1 y P3 están dentro del intervalo de $0,4 \leq P3/P1 \leq 0,8$.

El conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar se altera, cuando sea necesario, con respecto a la separación de desplazamiento del haz de fibras mediante el grupo de rodillos (5) mostrado en la Figura 1 o los dos rodillos estriados mostrados en la Figura 5, y después se alimenta al horno de carbonización (3) desde la ranura de entrada del haz de fibras del horno de carbonización (3).

La atmósfera dentro del horno de carbonización (3) es una atmósfera de gas inerte. El conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar alterado, cuando sea necesario, con respecto a la separación de desplazamiento, se desplaza en el horno de carbonización (3) mientras se somete a un tratamiento de carbonización, y después sale del horno de carbonización (3) para convertirse en un conjunto de haces de fibras carbonizadas (14) de tipo laminar.

La temperatura de tratamiento más alta en el tratamiento con calor de la etapa de carbonización se ajusta a 1000 °C o mayor. La temperatura de tratamiento con calor dentro del horno de carbonización (3) preferentemente es de 1200 °C o mayor y 1800 °C o menor desde el punto de vista del desarrollo de resistencia. El tiempo de tratamiento de carbonización preferentemente es de 0,6 minutos o mayor y 3,0 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y desarrollo de resistencia.

El conjunto de haces de fibras carbonizadas (14) de tipo laminar completado en el tratamiento con calor en el horno de carbonización (3) puede convertirse, cuando sea necesario, en haces de fibras grafitizadas haciendo pasar continuamente el conjunto de haces de fibras carbonizadas (14) de tipo laminar a través de un horno de grafitización

cargado con una atmósfera de gas inerte ajustada a una temperatura que supera los 2000 °C para que los haces de fibras no se oxiden.

Los haces de fibras carbonizadas o grafitizadas obtenidos de esta manera pueden mejorarse en afinidad y adhesividad entre la fibra de carbono o la fibra de grafito y la resina de matriz en los materiales compuestos, sometiéndolos a un tratamiento de oxidación electrolítica en electrolitos conocidos hasta ahora o a un tratamiento de oxidación en fase vapor o fase líquida. Cuando sea necesario, por los métodos conocidos hasta ahora, pueden transmitirse agentes de apresto a los haces de fibras carbonizadas o grafitizadas obtenidos de esta manera. Cuando sea necesario, pueden usarse los métodos conocidos hasta ahora, estos métodos conocidos hasta ahora incluyen, por ejemplo, instalar un rodillo de tracción para controlar la tensión de los haces de fibras sometidos a tratamiento de retardo de llama.

Los inventores han estudiado medios racionales para conseguir los objetos mencionados anteriormente y, en consecuencia, han diseñado un segundo aspecto y un tercer aspecto de la presente invención descubriendo que los objetos mencionados anteriormente pueden conseguirse alterando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en una o ambas de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización y la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización. Mediante el segundo y tercer aspectos de la presente invención, puede proporcionarse un método para producir haces de fibras de carbono, con excelente productividad, sin afectar a la calidad del proceso de producción de fibras de carbono.

En la etapa de retardo de llama, en la que los haces de fibras generan calor debido a la reacción de oxidación, en el momento de la rotura, los haces de fibras rotas pueden solapar con los haces de fibras adyacentes para almacenar calor y puede iniciarse su combustión y, de esta manera, es preferible una disposición en la que los haces de fibras se dispongan a intervalos iguales en la dirección del eje de un rodillo (por ejemplo el rodillo 111 en la Figura 6), para que los haces de fibras rotos no solapen con los haces de fibras adyacentes.

Por otro lado, en la etapa de precarbonización y la etapa de carbonización, en cada una de las cuales se realiza el tratamiento en una atmósfera de gas inerte, incluso cuando los haces de fibras rotas solapan con los haces de fibras adyacentes, los haces de fibras no almacenan calor y no inician la combustión y, de esta manera, la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede hacerse más estrecha que en la etapa de retardo de llama. Sin embargo, en la etapa de precarbonización, pueden generarse muchos productos descompuestos en la fase de conversión desde las fibras retardantes de llama a las fibras carbonizadas, y si los productos descompuestos permanecen en los haces de fibras, la calidad puede verse afectada y, de esta manera, la separación de desplazamiento de los haces de fibras no puede hacerse extremadamente estrecha.

Por otro lado, en la etapa de carbonización, la generación de productos descompuestos se produce en una pequeña cantidad y, por consiguiente, se ha revelado que incluso cuando se altera la disposición de los haces de fibras durante el tratamiento de carbonización o, más específicamente incluso cuando la separación de desplazamiento se hace más estrecha que en la etapa de precarbonización, ni la calidad ni el funcionamiento, ni la estructura del aparato se ven afectadas.

El método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con el segundo o tercer aspectos de la presente invención incluye las siguientes etapas: una etapa de retardo de llama para convertir una multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor de la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en un horno de retardo de llama en una atmósfera de gas oxidante de 200 a 300 °C en un estado en el que la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono están alineados lado a lado; una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor de los haces de fibras retardantes de llama en el horno de precarbonización en una atmósfera de gas inerte con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado; y una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante el tratamiento con calor de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en el horno de carbonización en una atmósfera de gas inerte con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado.

En el método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con el segundo y tercer aspectos de la presente invención, como se ha descrito anteriormente, la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede alterarse en la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización y/o en la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización y, en esta alteración, se satisface al menos una de las siguientes fórmulas (3) y (4). La sección de tratamiento de cada horno de alta temperatura u horno de baja temperatura se refiere a la sección, en cada horno de alta temperatura u horno de baja temperatura, en la que se realiza el tratamiento con calor de los haces de fibras que se desplazan en cada horno de alta temperatura u horno de baja temperatura; en la Figura 6, se muestran las secciones de tratamiento con calor 51a a 54a.

La separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor del

horno de precarbonización está representada por P11, la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización está representada por P12, la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P13 y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P14.

$$0,40 \leq (P12/P11) \leq 0,90 \quad (3)$$

$$0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90 \quad (4)$$

A lo largo de estas etapas, el número de haces de fibras permanece sin cambios.

En lo sucesivo en este documento, las realizaciones del segundo y tercer aspectos de la presente invención se describen en detalle con referencia a las Figuras 6 a 9. Sin embargo, la presente invención no está limitada a la realización.

En primer lugar, una pluralidad de haces de fibras precursoras (por ejemplo de aproximadamente 100 a 200 haces) están alineados lado a lado en forma de una lámina para preparar un conjunto de tipo laminar de haces de fibras precursoras y, después, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se trata con calor en la sección de tratamiento con calor (51a) del horno de retardo de llama (51) para someterlo a retardo de llama y, de esta manera, se preparan haces de fibras retardantes de llama. Una multitud de los haces de fibras alineados lado a lado forman un plano, y tales haces de fibras se denominan conjunto de haces de fibras de tipo laminar.

Específicamente, por ejemplo, como se muestra en la Figura 6, en primer lugar, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se forma de la siguiente manera: una pluralidad de haces de fibras precursoras no enmarañadas forman una bobina cruzada (no mostrada) colgada en un soporte de fileta y se disponen con una guía (no mostrada) a intervalos iguales en paralelo entre sí tal como para formar un solo y único plano. La guía se dispone apropiadamente de tal manera que puede mantenerse el estado de intervalos iguales y el estado paralelo de los haces de fibras precursoras. Los ejemplos de un tipo de guía incluyen un rodillo estriado sobre la superficie del cual se graban estrías a intervalos iguales y una guía en la que las puntas se disponen a intervalos iguales.

Como la pluralidad de haces de fibras precursoras, pueden usarse haces de fibras precursoras tales como haces de fibras precursoras acrílicas y haces de fibras precursoras basadas en brea. Los diámetros, el número y similares de los haces de fibras precursoras pueden ajustarse apropiadamente de acuerdo con el diámetro y la productividad de los haces de fibras de carbono producidos.

La posición de desplazamiento de cada uno de los haces de fibras precursoras en el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar puede controlarse con los rodillos (111, 112, 119) dispuestos fuera del horno de retardo de llama (51).

La separación de desplazamiento de los haces de fibras precursoras en el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar es la separación obtenida cuando los haces de fibras precursoras se disponen a intervalos iguales y puede medirse, por ejemplo, en el rodillo (111) dispuesto en el lado de entrada del horno de retardo de llama (51) y en el rodillo (112) dispuesto en el lado de salida del horno de retardo de llama (51). Las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo del lado de entrada (111) y el rodillo del lado de salida (112) están representadas cada una por un valor promedio de los valores medidos.

Por ejemplo, cuando los rodillos dispuestos en el lado de entrada y el lado de salida del horno de retardo de llama (51) son rodillos estriados, las separaciones de las estrías de estos rodillos son las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo (111) en el lado de entrada y el rodillo (112) en el lado de salida del horno de retardo de llama, respectivamente.

En la Figura 6, en la etapa de retardo de llama, la separación de desplazamiento de los haces de fibras no se ve alterada y, de esta manera, la separación de desplazamiento en el rodillo (111) en el lado de entrada de la y la separación de desplazamiento en el rodillo (112) en el lado de salida del horno de retardo de llama (51) son iguales entre sí.

De ahora en adelante, la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo en el lado de entrada y en el rodillo en el lado de salida de cada horno de alta temperatura u horno de baja temperatura se miden de la misma manera que la descrita anteriormente.

La separación de desplazamiento de los haces de fibras dentro del horno de retardo de llama, más específicamente, dentro de la sección de tratamiento con calor del horno de retardo de llama preferentemente es de 4 mm o mayor y 20 mm o menor desde el punto de vista de la productividad y prevención de almacenamiento de calor y, preferentemente, mantiene una separación de desplazamiento constante. Por ejemplo, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras es de 4 mm, esto significa que los espaciados de centro a centro (distancias entre los haces de fibras adyacentes en la dirección de la anchura (en la Figura 6, la dirección de arriba a abajo en el

plano del papel) son 4 mm. La separación de desplazamiento de los haces de fibras dentro de la sección de tratamiento con calor del horno de retardo de llama pueden calcularse mediante un cálculo geométrico a partir de las separaciones de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo (111) en el lado de entrada y el rodillo (112) en el lado de salida del horno de retardo de llama.

5 A continuación, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se alimenta al horno de retardo de llama (51). El conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se desplaza mientras se somete a un tratamiento de retardo de llama dentro de la sección de tratamiento con calor (51a) del horno de retardo de llama cargado con una atmósfera oxidante, y después sale una vez del horno de retardo de llama (51). A continuación, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se voltea mediante el primer rodillo de volteo del grupo de rodillos de volteo (119) proporcionado fuera del horno de retardo de llama (51). Después, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar pasa de nuevo a través de la sección de tratamiento con calor (51a) del horno de retardo de llama para someterlo a un tratamiento de retardo de llama. Posteriormente, el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se somete repetidamente a un tratamiento de retardo de llama entre los rodillos de volteo del grupo de rodillos de volteo (119). De esta manera, se obtiene el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar. La atmósfera de gas oxidante no está particularmente limitada siempre y cuando la atmósfera sea oxidativa, y normalmente se usa aire como la atmósfera de gas oxidante desde el punto de vista de la eficiencia económica.

20 En las Figuras 6 y 7, se ilustra un horno de retardo de llama; sin embargo, en la presente invención, es preferible un método en el que varios hornos de retardo de llama se disponen continuamente y las temperaturas de tratamiento de las secciones de tratamiento con calor de estos hornos de retardo de llama aumentan gradualmente de acuerdo con el progreso del tratamiento de retardo de llama de los haces de fibras precursoras. En este caso, la temperatura de las secciones de tratamiento con calor de estos hornos de retardo de llama se ajusta a 200 °C o mayor y 300 °C o menor, desde el punto de vista de la prevención de almacenamiento de calor. El tiempo de tratamiento de retardo de llama preferentemente es de 20 minutos o mayor y 120 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y la prevención del almacenamiento de calor. La velocidad de transporte preferentemente es de 3 m/min o mayor y 20 m/min o menor desde el punto de vista de la productividad.

30 Cuando una pluralidad de hornos de retardo de llama (n hornos de retardo de llama) se disponen continuamente, el rodillo en el lado de entrada del horno de retardo de llama se refiere al rodillo en el lado de entrada del primer horno de retardo de llama a través del cual el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar pasa inicialmente, y el rodillo en el lado exterior del horno de retardo de llama se refiere al rodillo en el lado exterior del n-ésimo horno de retardo de llama a través del cual el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar pasa finalmente.

35 En el método de producción de acuerdo con la presente invención, usando dos rodillos (120 y 121) paralelos entre sí como se muestra en la Figura 9, la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede alterarse en cada uno de los hornos de alta temperatura y el horno de baja temperatura (en el horno u hornos de retardo de llama, preferentemente la separación de desplazamiento de los haces de fibras no se altera sino que se mantiene constante). En este caso, θ representa el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre estos dos rodillos, respecto al plano perpendicular a las direcciones del eje de estos dos rodillos.

45 Típicamente, el ángulo de inclinación máxima es el ángulo de inclinación del haz de fibras localizado en el borde de la multitud de los haces de fibras alineados lado a lado, y el ángulo de inclinación del haz de fibras se reduce según se aproxima al centro de los haces de fibras alineados. Como se muestra en la Figura 9, el número de haces de fibras localizados en los bordes de la multitud de haces de fibras es dos, y los ángulos de inclinación de estos dos haces de fibras pueden ser iguales entre sí o pueden ser diferentes entre sí. Cuando los ángulos de inclinación de los dos haces de fibras localizados en ambos bordes son iguales entre sí, el mismo ángulo es el ángulo de inclinación máxima θ , y cuando los ángulos de inclinación de esos dos haces de fibras son diferentes entre sí, el ángulo de inclinación más grande de estos dos ángulos de inclinación es el ángulo de inclinación máxima θ . La Figura 9 muestra un caso en el que los ángulos de inclinación de los dos haces de fibras localizados en ambos bordes son iguales entre sí, y muestra uno de los ángulos de inclinación máxima θ .

55 En lo sucesivo en este documento, el ángulo de inclinación máxima θ en la etapa de precarbonización se denomina θ_{11} y el ángulo de inclinación máxima θ en la etapa de carbonización se denomina θ_{13} .

60 Para alterar la separación de desplazamiento del conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar sometidas a tratamiento de retardo de llama, el rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización (52) y el rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización (52), paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado delantero y el lado trasero (el lado de entrada y el lado de salida) del horno de precarbonización (52) pueden usarse como los dos rodillos (20 y 21). Por consiguiente, la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras puede realizarse dentro del horno de precarbonización (2); en este caso, el ángulo de inclinación θ_{11} preferentemente se ajusta para que esté dentro del intervalo de $0,1^\circ < \theta_{11} < 3,0^\circ$ y más preferentemente dentro del intervalo de $0,3^\circ < \theta_{11} < 2,5^\circ$.

65

Cuando el ángulo de inclinación máxima es mayor de 0,1°, puede evitarse fácilmente el aumento en la distancia entre el rodillo (113) y el rodillo (114), y puede evitarse fácilmente el aumento de la longitud del horno de precarbonización. Cuando el ángulo de inclinación máxima es menor de 3,0°, puede evitarse fácilmente la aparición de torceduras.

5 Los dos rodillos mencionados anteriormente (113 y 114) pueden disponerse cada uno de ellos perpendicular a la dirección de desplazamiento de la multitud de haces de fibras retardantes de llama alineados lado a lado, obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama y paralelos al plano formado por estos haces de fibras.

10 Los rodillos (111 a 118) que pueden utilizarse para la alteración de la separación de desplazamiento típicamente se disponen fuera de cada uno de los hornos de alta temperatura y el horno de baja temperatura, como se muestra en la Figura 6 y, como alternativa, pueden disponerse dentro de cada uno de los hornos de alta temperatura y el horno de baja temperatura y fuera de las secciones de tratamiento con calor de cada uno de los hornos de alta temperatura y el horno de baja temperatura.

15 En la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras, en consideración a la productividad del horno de precarbonización y el efecto de los productos descompuestos sobre la calidad, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización está representada por P11 y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento (52a) del horno de precarbonización está representada por P12, P11 y P12 se ajustan para satisfacer el intervalo $0,40 \leq (P12/P11) \leq 0,90$ y, preferentemente, el intervalo de $0,50 \leq (P12/P11) \leq 0,85$.

20 Como se muestra en la Figura 8, las separaciones de desplazamiento (P11 y P12) de los haces de fibras en la entrada y la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización pueden calcularse a partir de las separaciones de desplazamiento (p1 y p2), medidas con el método mencionado anteriormente de los haces de fibras en los rodillos (113 y 114), dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de precarbonización, mediante cálculos geométricos y usando las siguientes fórmulas (5) y (6):

$$P11 = p1 - \{a \times (p1 - p2) / (a + b + c)\} \quad (5)$$

$$P12 = p1 - \{(a + b) \times (p1 - p2) / (a + b + c)\} \quad (6)$$

Los símbolos de las fórmulas (5) y (6) son los siguientes:

35 P11: la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización

P12: la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización

p1: la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo dispuesto en el lado de entrada del horno de precarbonización

40 p2: la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el rodillo dispuesto en el lado de salida del horno de precarbonización

a: la distancia de una posición (la posición de medición de p1) en el rodillo dispuesto en el lado de entrada del horno de precarbonización a la entrada en la sección de tratamiento del horno de precarbonización

b: la distancia de la entrada a la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización

45 c: la distancia de la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización a una posición (la posición de medición de p2) en el rodillo dispuesto en el lado de salida del horno de precarbonización

50 Como el método para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras, pueden usarse técnicas conocidas hasta ahora tales como un método en el que se usan rodillos estriados como el rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización y el rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, y un método en el que se combinan una guía de cardado y un rodillo plano.

55 El conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se redispone, cuando sea necesario, con el rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, y después se alimenta al horno de precarbonización (12) desde la ranura de entrada del haz de fibras del horno de precarbonización (12). La atmósfera dentro del horno de precarbonización (12) es una atmósfera de gas inerte. Como el gas inerte, puede usarse nitrógeno, argón o similares; normalmente, se usa nitrógeno desde el punto de vista de la eficiencia económica. El conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se desplaza en la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización mientras se está sometiendo al tratamiento de precarbonización, y cuando sea necesario, mientras la separación de desplazamiento se estrecha, y después sale del horno de precarbonización (12) para ser el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar que se redispone en un estado en el que la separación de desplazamiento se ha alterado, cuando sea necesario, con el rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización.

65 La sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización puede estar compuesta de una pluralidad de bloques de temperatura ajustable (secciones). La temperatura de la sección de tratamiento con calor (52a)

preferentemente se aumenta gradualmente desde una temperatura mayor que la temperatura de tratamiento más alta en el horno de retardo de llama; la temperatura de tratamiento más alta de la sección de tratamiento con calor (52a) se ajusta a 500 °C o mayor y a 800 °C o menor desde el punto de vista del desarrollo de resistencia como fibra de carbono. El tiempo de tratamiento de precarbonización preferentemente es de 0,6 minutos o mayor y de 3 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y el desarrollo de resistencia como fibra de carbono.

A continuación, usando como los dos rodillos (120 y 121) mostrados en la Figura 9, el rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización (53) y el rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización (53) paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado delantero y el lado trasero (el lado de entrada y el lado de salida) del horno de carbonización (53), puede realizarse la alteración de la separación de desplazamiento del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar en el horno de carbonización (53). Los dos rodillos (115 y 116) pueden disponerse cada uno perpendicular a la dirección de desplazamiento de la multitud de haces de fibras precarbonizadas alineados lado a lado, obtenidos a partir de la etapa de precarbonización y paralelos al plano formado por estos haces de fibras.

En la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras, en consideración de la productividad del horno de carbonización y el efecto de los productos descompuestos sobre la calidad, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización está representada por P13 y la separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización está representada por P14, P13 y P14 se ajustan para satisfacer el intervalo de $0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90$ y, más preferentemente, el intervalo de $0,50 \leq (P14/P13) \leq 0,85$.

Las separaciones de desplazamiento (P13 y P14) de los haces de fibras en la entrada y salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización pueden calcularse usando las mismas fórmulas de cálculo que las mencionadas anteriormente, P11 y P12. En este caso, como se muestra en la Figura 8, p1, p2 y a a c corresponden a p3, p4 y d a f, respectivamente.

El ángulo de inclinación máxima θ_{13} entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre los dos rodillos (115 y 116), respecto al plano perpendicular a las direcciones del eje de los dos rodillos (115 y 116) preferentemente se ajusta para que esté dentro del intervalo de $0,1^\circ < \theta_{13} < 3,0^\circ$. Cuando el ángulo de inclinación máxima es mayor de $0,1^\circ$, puede evitarse fácilmente el aumento de la distancia entre el rodillo (115) y el rodillo (116), y puede evitarse fácilmente el aumento de la longitud del horno de carbonización. Cuando el ángulo de inclinación máxima es menor de $3,0^\circ$ puede evitarse fácilmente la aparición de torceduras. Además, el ángulo de inclinación máxima θ_{13} preferentemente se ajusta para que esté dentro del intervalo $0,3^\circ < \theta_{13} < 2,5^\circ$.

Como el método para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en el horno de carbonización, puede usarse el mismo método que el método mencionado anteriormente aplicado en el horno de precarbonización.

El conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se redispone, cuando sea necesario, con el rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, y después se alimenta al horno de carbonización (53) desde la ranura de entrada del haz de fibras del horno de carbonización (53). La atmósfera dentro del horno de carbonización (53) es una atmósfera de gas inerte. El conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se desplaza por la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización mientras se somete a tratamiento de carbonización, y cuando sea necesario, mientras la separación de desplazamiento se está estrechando, y después sale del horno de carbonización (53) para que el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar se redispone en un estado en el que la separación de desplazamiento se ha alterado, cuando sea necesario, con el rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización.

La sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización puede estar compuesta de una pluralidad de bloques de temperatura ajustable. La temperatura de la sección de tratamiento con calor (53a) preferentemente aumenta gradualmente desde una temperatura mayor que la temperatura de tratamiento más alta en el horno de precarbonización; la temperatura de tratamiento más alta de la sección de tratamiento con calor (53a) se ajusta a 1000 °C o mayor. La temperatura en la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización preferentemente es 1200 °C o mayor y 1800 °C o menor desde el punto de vista de desarrollo de resistencia. El tiempo de tratamiento de carbonización preferentemente es 0,6 minutos o mayor y 3 minutos o menor desde el punto de vista de la productividad y el desarrollo de resistencia.

El conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar completado en el tratamiento con calor en el horno de carbonización (53) puede convertirse, cuando sea necesario, en haces de fibras grafitizadas haciendo pasar continuamente el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar a través de un horno de grafitización (54), más específicamente, la sección de tratamiento con calor (54a) del horno de grafitización, cargado con una atmósfera de gas inerte, para que los haces de fibras no se oxiden, ajustado a una temperatura por encima de

2000 °C.

5 La posición de desplazamiento de cada uno de los haces de fibras carbonizadas en el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar puede controlarse con los rodillos (117 y 118) dispuestos fuera del horno de grafitización (54). En la Figura 6, la separación de desplazamiento de los haces de fibras no se altera en la etapa de grafitización y, de esta manera, la separación de desplazamiento en el rodillo (117) en el lado de entrada del horno de grafitización (54) y la separación de desplazamiento en el rodillo (118) en el lado de salida del horno de grafitización (54) son iguales entre sí.

10 Los haces de fibras carbonizadas o grafitizadas obtenidos de esta manera pueden mejorarse en cuanto a afinidad y adhesividad entre la fibra de carbono o la fibra de grafito y la resina de matriz en un material compuesto sometidos a un tratamiento de oxidación electrolítica mediante un tratamiento con electrolitos o de oxidación conocido hasta ahora en fase vapor o fase líquida. Cuando sea necesario, mediante los métodos conocidos hasta ahora, pueden añadirse agentes de apresto a los haces de fibras carbonizadas o grafitizadas obtenidos de esta manera. Cuando sea necesario, puede usarse los métodos conocidos hasta ahora, incluyendo por ejemplo
15 instalación de un rodillo de tracción para controlar la tensión de los haces de fibras que están experimentando un tratamiento con calor.

20 Ejemplos

En lo sucesivo en este documento, el primer aspecto de la presente invención se describe más específicamente en base a los Ejemplos, sin embargo, el método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con el primer aspecto de la presente invención, no está limitado a estos Ejemplos.

25 Ejemplo 1

En el Ejemplo 1, las fibras de carbono se produjeron usando un aparato que tenía la estructura mostrada en la Figura 1. Sin embargo, el número de bloques de haces de fibras en el Ejemplo 1 es diferente del número de bloques de haces de fibras en la Figura 1. En cada uno de los Ejemplos 1 a 12 y Ejemplos Comparativos 1 a 3, los ángulos de inclinación de los haces de fibras localizados en ambos bordes en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre un rodillo (21) y un rodillo (22) mostrados en las Figuras 2 a 4, respecto a un plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos, se diseñaron para que tuvieran el mismo ángulo, y este mismo ángulo era el ángulo de inclinación máxima ($\theta 1$). Adicionalmente, en cada uno de los Ejemplos 1 a 12 y Ejemplos Comparativos 1 a 3, los ángulos de inclinación de los bloques de haces de fibras localizados en ambos bordes en el conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplazan entre rodillos de ángulo ajustable (23 y 24), respecto a un plano perpendicular a los ejes de un rodillo (22) y un rodillo (25), se diseñaron para que fueran del mismo ángulo, y este mismo ángulo era el ángulo de inclinación máxima ($\theta 2$).

40 • Etapa de retardo de llama

Se preparó un conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar disponiendo 100 haces de fibras precursoras acrílicas que tenían una finura de hilo individual de 0,8 dTex y un número de filamentos de 24.000 y una separación de 10 mm (P1: 10 mm) a intervalos iguales en un rodillo guía estriado. El conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se hizo pasar repetidamente a través de un horno de retardo de llama (1) con un grupo de rodillos dispuesto en los lados izquierdo y derecho del horno de retardo de llama (1) en el que se hizo circular aire caliente de 230 a 270 °C, de esta manera se realizó el tratamiento de retardo de llama durante 50 minutos, y el conjunto de haces de fibras precursoras (11) de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar.

50 • Etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento

(Etapa (a))

Los 100 haces de fibras que salen del horno de retardo de llama (1) y se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí se dividieron en ocho bloques; usando dos rodillos (un rodillo plano (21-1) y un rodillo estriado (22-1)) dispuestos en paralelo entre sí, una separación de desplazamiento del haz de fibras en cada uno de los ocho bloques de haces de fibras se alteró a 9 mm. El rodillo estriado (22-1) tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 9 mm, y el rodillo plano (21-1) y el rodillo estriado (22-1) se dispusieron a una distancia de 1 mm entre sí. En este caso, los ángulos de inclinación ($\theta 1-1$) de los haces de fibras localizados en ambos bordes en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre el rodillo plano (21-1) y el rodillo estriado (22-1) en relación a un plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos, eran de 0,4°.

(Etapa (b))

65 En los ocho bloques de haces de fibras en los que la separación de desplazamiento del haz de fibras en cada uno

de los bloques de haces de fibras se ha alterado a 9 mm, los espaciados entre los bloques de haces de fibras adyacentes se disminuyeron con una disposición de rodillos mostrada en las Figuras 2 y 3 y, de esta manera, la separación de desplazamiento se alteró para que fuera de 9 mm para todos los haces de fibras. Más específicamente, los bloques de haces de fibras adyacentes se acercaron entre sí usando una pluralidad de segundos pares de rodillos de ángulo ajustable (rodillos planos (23-1) y rodillos planos (24-1) dispuestos entre el primer par de rodillos (el rodillo estriado (22-1) y un rodillo plano (25-1)). Los dos rodillos que constituyen el primer par de rodillos se dispusieron paralelos entre sí y los dos rodillos que constituyen cada uno del segundo par de rodillos se dispusieron también paralelos entre sí. En cada uno de los segundos pares de rodillos, el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) se dispusieron a una distancia de 1 m entre sí.

En este caso, los ángulos de inclinación (θ 2-1) de los bloques de haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras de tipo laminar, que se había dividido en ocho bloques de haces de fibras, que se desplazan entre los rodillos planos de ángulo ajustable (23-1) y (24-1), respecto a un plano perpendicular a los ejes del rodillo estriado (22-1) y el rodillo plano (25-1) era cada uno de 3,0°.

Mediante la etapa de alteración de la separación de desplazamiento descrita anteriormente (etapa (a) y etapa (b)), se obtuvieron otros 100 haces de fibras que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí con la separación de desplazamiento de los haces de fibras alterada de 10 mm (P1) a 9 mm (P2), en concreto, se obtuvo un conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar que tenía una separación de desplazamiento de 9 mm.

- Etapa de precarbonización

A continuación, el conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar que tenía una separación de desplazamiento de 9 mm se introdujo en un horno de precarbonización (2), en el que una sección de calentamiento sustancial se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 300 a 600 °C, para tratarlo con calor durante 2 minutos y después convertirlo en un conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar.

- Etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento

La separación de desplazamiento de los haces de fibras del conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar que salen del horno de precarbonización (2) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí se alteró de 9 mm (P2) a 5 mm (P3) usando el mismo método que el método mencionado anteriormente para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras. En este caso, las etapas mencionadas anteriormente (a) y (b) se realizaron usando un grupo de rodillos (5) que consiste en los rodillos (21-2 a 25-2) que son de la misma estructura que los rodillos (21-1 a 25-1) en lugar de un grupo de rodillos (4) que consiste en los rodillos (21-1 a 25-1), para alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras. En este caso, el rodillo plano (21-2) y el rodillo estriado (22-2) se dispusieron a una distancia de 1 m entre sí. Los ángulos de inclinación (θ 1-2) de los haces de fibras localizados en ambos bordes en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre el rodillo plano (21-2) y el rodillo estriado (22-2) respecto a un plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos era cada uno de 1,4°. En cada par de rodillos planos (23-2) y los rodillos planos (24-2) estos dos rodillos se dispusieron a una distancia de 1 m entre sí. En este caso, un ángulo de inclinación (θ 2-2) de los bloques de haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras de tipo laminar, que consistía en ocho bloques de haces de fibras, que se desplazaban entre los rodillos planos de ángulo ajustable (23-2 y 24-2) en relación al plano perpendicular a los ejes del rodillo estriado (22-2) y el rodillo plano (25-2) era cada uno de 11°.

De esta manera, se obtuvieron 100 haces de fibras que se desplazaban alineados lado a lado en paralelo entre sí con la separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras de 5 mm, en concreto, se obtuvo un conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar que tenía una separación de desplazamiento de 5 mm.

- Etapa de carbonización

A continuación, el conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar que tenía una separación de desplazamiento de los haces de fibras alterada a 5 mm (3) se introdujo en un horno de carbonización (3), en el que una sección de calentamiento sustancial se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 1000 a 1500 °C, para tratarlo con calor durante 2 minutos y, de esta manera, se convirtió en 100 haces de fibras que se desplazaban alineados lado a lado en paralelo entre sí, en concreto el conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras carbonizadas (14) de tipo laminar. Adicionalmente, el conjunto de haces de fibras carbonizadas (14) de tipo laminar se sometió a un tratamiento superficial de oxidación electrolítica y un tratamiento de apresto para convertirlo en haces de fibras de carbono. Los haces de fibras de carbono tenían una calidad satisfactoria.

La productividad y la calidad de los haces de fibras de carbono mostrados en la Tabla 1 se evaluaron en base a los siguientes patrones.

- Productividad

o: $P3/P1 \leq 0,8$, en concreto, un caso en el que la anchura del horno de carbonización (3) puede reducirse en un 20 % o mayor en relación a la anchura del horno de retardo de llama (1).

x: $0,8 \leq P3/P1$, en concreto, un caso en el que la anchura del horno de carbonización (3) puede reducirse solo en menos del 20 % en relación a la anchura del horno de retardo de llama (1).

- Calidad

o: la calidad de las fibras de carbono es excelente y absolutamente libre de problemas.

Δ : la calidad de las fibras de carbono es algo baja pero está libre de problemas.

x: la calidad de las fibras de carbono causa problemas.

Ejemplo 2

El número de bloques de haces de fibras en las etapas 1 y 2 de alteración de la separación de desplazamiento se cambió a 5, $\theta 1-1$ se cambió a $0,6^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente y $\theta 1-2$ se cambió a $2,3^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 3

La distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) se cambió a 0,75 m en cada par de rodillos correspondiente y $\theta 2-1$ se cambió a 4° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 0,75 m en cada par de rodillos correspondientes y $\theta 2-2$ se cambió a 15° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 4

El número de bloques de haces de fibras en las etapas 1 y 2 de alteración de la separación de desplazamiento se cambió a 4, y $\theta 1-1$ se cambió a $0,7^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente. La distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) se cambió a 0,5 m en cada par de rodillos correspondiente, y $\theta 2-1$ se cambió a 6° en cada ángulo de inclinación correspondiente. La separación de desplazamiento, después de la alteración, del conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar que salen del horno de precarbonización (2) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí, en concreto la separación de desplazamiento (P3) en la etapa de carbonización se cambió a 7 mm. Adicionalmente, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 0,5 m en cada par de rodillos correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 5

El número de bloques de haces de fibras en la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento se cambió a 5 y la separación de desplazamiento, después de la alteración, del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar, en concreto, la separación de desplazamiento (P2) de los haces de fibras en la etapa de precarbonización se cambió a 8 mm. Adicionalmente, $\theta 1-1$ se cambió a $1,1^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente y $\theta 2-1$ se cambió a 6° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, la separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras en la etapa de carbonización se cambió a 8 mm; en el Ejemplo 5, la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento no se realizó, y el conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar obtenido a partir de la etapa de precarbonización se alimentó a la etapa de carbonización, permaneciendo la separación de desplazamiento sin alterar. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 6

La separación de desplazamiento (P2) de los haces de fibras en la etapa de precarbonización se cambió a 10 mm; en el Ejemplo 6, la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento no se realizó, y el conjunto de haces de fibras retardante llama (12) de tipo laminar obtenido a partir de la etapa de retardo de llama se alimentó a la etapa de precarbonización, permaneciendo la separación de desplazamiento sin alterar. En la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento, el número de bloques que dividen el conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar que sale del horno de precarbonización (2) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí, se cambió a 5, $\theta 1-2$ se cambió a $1,7^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente y $\theta 2-2$ se cambió a 9° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, la separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras en la etapa de carbonización se cambió a 7 mm. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían

una calidad satisfactoria.

Ejemplo Comparativo 1

5 La separación de desplazamiento, después de la alteración, del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar, en concreto, la separación de desplazamiento (P2) de los haces de fibras en la etapa de precarbonización se cambió a 7 mm. Adicionalmente, $\theta 1-1$ se cambió a $1,1^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente y $\theta 2-1$ se cambió a 9° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, la separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras en la etapa de carbonización se cambió a 7 mm; en el Ejemplo Comparativo 1, la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento no se realizó, y el conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar obtenido a partir de la etapa de precarbonización se alimentó a la etapa de carbonización, permaneciendo la separación de desplazamiento sin alterar. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. En las condiciones del Ejemplo Comparativo 1, cuando la separación de desplazamiento de los haces de fibras del conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar se alteró (como el tiempo de la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento), ocurrió la rotura del hilo individual en el rodillo estriado (22-1) y no se pudieron obtener haces de fibras de carbono con calidad satisfactoria.

Ejemplo Comparativo 2

20 La separación de desplazamiento, después de la alteración, del conjunto de haces de fibras de carbono (13) de tipo laminar, en concreto, la separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras en la etapa de carbonización se cambió a 3 mm. Adicionalmente, $\theta 1-2$ se cambió a $2,1^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente y $\theta 2-2$ se cambió a 17° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. En las condiciones del Ejemplo Comparativo 2, cuando se alteró la separación de desplazamiento de los haces de fibras del conjunto de haces de fibras precarbonizadas (13) de tipo laminar (en el momento de la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento), ocurrió la rotura del hilo individual en el rodillo estriado (22-2) y no pudieron obtenerse haces de fibras de carbono con una calidad satisfactoria.

Ejemplo Comparativo 3

35 Sin alterar la separación de desplazamiento de los haces de fibras (sin realizar las etapas 1 y 2 de alteración de la separación de desplazamiento, el conjunto de haces de fibras retardantes de llama (12) de tipo laminar obtenido a partir de la etapa de retardo de llama se alimentó a la etapa de precarbonización, permaneciendo la separación de desplazamiento sin alterar, y el conjunto de haces de fibras de carbono (13) de tipo laminar obtenido a partir de la etapa de precarbonización se alimentó a la etapa de carbonización, permaneciendo la separación de desplazamiento sin alterar), se usaron un horno de precarbonización y un horno de carbonización que tenían la misma anchura que la del horno de retardo de llama. Los haces de fibras de carbono se produjeron en las mismas condiciones que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. En las condiciones del Ejemplo Comparativo 3, se obtuvieron haces de fibras de carbono de calidad satisfactoria; sin embargo, la carbonización se realizó con un horno de carbonización que tenía una anchura mayor de la necesaria y, de esta manera, la productividad se degradó en comparación con los Ejemplos.

Ejemplo 7

Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto que se realizaron las siguientes etapas 3 y 4 de alteración de la separación de desplazamiento respectivamente, en lugar de las etapas 1 y 2 de alteración de la separación de desplazamiento.

- Etapa 3 de alteración de la separación de desplazamiento

55 La separación de desplazamiento (P1: 10 mm) de los 100 haces de fibras que salen del horno de retardo de llama (1) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí se alteró a 9 mm (P2) con los dos rodillos estriados (dos rodillos estriados que tienen estrías grabadas a intervalos iguales a una distancia de 10 mm y 9 mm, respectivamente) como se muestra en la Figura 5. La distancia entre estos dos rodillos estriado se ajustó a 1 m. De esta manera, se obtuvieron 100 haces de fibras que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí, que tenían una separación de desplazamiento de 9 mm (un conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar que tenían una separación de desplazamiento de 9 mm).

- Etapa 4 de alteración de la separación de desplazamiento

65 La separación de desplazamiento de los haces de fibras del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar que salen del horno de precarbonización (2) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí se alteró de 9 mm (P2) a 5 mm (P3) con el mismo método que el método de alteración de la separación de

desplazamiento mencionado anteriormente usando dos rodillos estriados. En este caso, la distancia entre los dos rodillos (dos rodillos estriados que tienen estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 9 mm y 5 mm respectivamente), se ajustó a 4 m. De esta manera, se obtuvieron 100 haces de fibras que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí que tenían una separación de desplazamiento (P3) de los haces de fibras de 5 mm (un conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar que tenían una separación de desplazamiento de 5 mm).

En las condiciones del Ejemplo 7, en el momento de la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras, ocurre algo de torcedura en el rodillo estriado (el rodillo estriado denotado por el número de referencia 27 mostrado en la Figura 5) y, de esta manera, la calidad de los haces de fibras de carbono se degradó un poco en comparación con los Ejemplos 1 a 6, pero los haces de fibras tenían una calidad satisfactoria en comparación con los Ejemplos Comparativos.

Ejemplo 8

El número de bloques de haces de fibras en las etapas 1 y 2 de alteración de la separación de desplazamiento se cambió a 3 y $\theta 1-1$ se cambió a $1,0^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, $\theta 1-2$ se cambió a $3,8^\circ$ en cada ángulo de inclinación correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. En las condiciones del Ejemplo 8, en el momento de la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras (en el momento de la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento, ocurre algo de torcedura en el rodillo estriado (22-2) y, de esta manera, la calidad de los haces de fibras de carbono se degradó un poco en comparación con los Ejemplos 1 a 6, pero los haces de fibras tenían una calidad satisfactoria en comparación con los Ejemplos Comparativos.

Ejemplo 9

La distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) se cambió a 0,5 m en cada par de rodillos correspondiente y $\theta 2-1$ se cambió a 6° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Adicionalmente, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 0,5 m en cada par de rodillos correspondientes, y $\theta 2-2$ se cambió a 22° en cada ángulo de inclinación correspondiente. Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. En las condiciones del Ejemplo 5, en el momento de la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras (durante la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento), ocurre algo de torcedura en los rodillos planos (23-2 y 24-2) y, de esta manera, la calidad de los haces de fibras de carbono se degradó un poco en comparación con los Ejemplos 1 a 6, pero los haces de fibras tenían una calidad satisfactoria en comparación con los Ejemplos Comparativos.

Ejemplo 10

El número de haces de fibras precursoras acrílicas se cambió a 600. En la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento la distancia entre los dos rodillos (el rodillo plano (21-1) y el rodillo estriado (22-1)) dispuestos en paralelo entre sí se cambió a 9 m, $\theta 1-1$ se cambió a $0,2^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) se cambió a 1 m, en concreto igual que en el Ejemplo 1, y $\theta 2-1$ se cambió a 17° . Adicionalmente, en la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento, la distancia entre el rodillo plano (21-2) y el rodillo estriado (22-2) se cambió a 9 m, y $\theta 1-2$ se cambió a $1,0^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 5 m y $\theta 2-2$ se cambió a 13° . Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos de esta manera tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 11

El número de haces de fibras precursoras acrílicas se cambió a 600. En la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento, la distancia entre los dos rodillos (el rodillo plano (21-1) y el rodillo estriado (22-1)) dispuestos en paralelo entre sí se cambió a 12 m, $\theta 1-1$ se cambió a $0,2^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) era de 1 m, en concreto la misma que en el Ejemplo 1 y $\theta 2-1$ se cambió a 17° . Adicionalmente, en la etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento, la distancia entre el rodillo plano (21-2) y el rodillo estriado (22-2) se cambió a 12 m, y $\theta 1-2$ se cambió a $1,7^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 5 m y $\theta 2-2$ se cambió a 13° . Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

Ejemplo 12

El número de haces de fibras precursoras acrílicas se cambió a 600. En la etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento, la distancia entre los dos rodillos (el rodillo plano (21-1) y el rodillo estriado (22-1)) dispuestos en paralelo entre sí se cambió a 15 m, $\theta 1-1$ se cambió a $0,1^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-1) y el rodillo plano (24-1) era de 1 m, en concreto la misma que en el Ejemplo 1, y $\theta 2-1$ se cambió a 17° . Adicionalmente, en la etapa 2

de alteración de la separación de desplazamiento, la distancia entre el rodillo plano (21-2) y el rodillo estriado (22-2) se cambió a 15 m, y $\theta 1-2$ se cambió a $0,6^\circ$, la distancia entre el rodillo plano (23-2) y el rodillo plano (24-2) se cambió a 5 m y $\theta 2-2$ se cambió a 13° . Los haces de fibras de carbono se prepararon de la misma manera que en el Ejemplo 1 excepto por estos cambios. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria.

5 Los resultados de evaluación de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos mencionados anteriormente se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1
[Tabla 1]

	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
Separación de desplazamiento P1 (mm) en el horno de retardo de llama	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Separación de desplazamiento P2 (mm) en el horno de precarbonización	9	9	9	9	8	10	7	9	10	10	8	10	7	9	10	10	9	10	9	9	9	9	9	9
Separación de desplazamiento P3 (mm) en el horno de carbonización	5	5	5	7	8	7	7	5	7	8	7	7	7	5	10	10	5	7	5	5	5	5	5	5
P2/P1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	1	0,7	0,9	0,9	0,8	1	0,7	0,9	0,9	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
P3/P1	0,5	0,5	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,5	0,7	0,8	0,7	0,7	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Número de haces de fibras que constituyen la lámina	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	600	600	600
Número de bloques de haces de fibras	8	5	8	4	5	5	8	5	8	4	5	5	8	5	8	4	5	5	3	8	8	8	8	8
Etapa 1 de alteración de la separación de desplazamiento																								
Distancia (m) entre el rodillo (21-1) y el rodillo (22-1)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ1-1 (°)	0,4	0,6	0,4	0,7	1,1	1,1	1,1	0,4	1,1	1,1	1,1	0,4	1,1	0,4	Sin alteración de la separación	1,0	0,4	0,2	1,0	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1
Distancia (m) entre el rodillo (23-1) y el rodillo (24-1)	1	1	0,75	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ2-1 (°)	3	3	4	6	6	6	9	3	4	6	6	9	3	4	6	6	9	3	3	6	17	17	17	17
Etapa 2 de alteración de la separación de desplazamiento																								
Distancia (m) entre el rodillo (21-2) y el rodillo (22-2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ1-2 (°)	1,4	2,3	1,4	1,4	1,4	1,7	Sin alteración de la separación	2,1	1,7	Sin alteración de la separación	2,1	1,7	Sin alteración de la separación	2,1	Sin alteración de la separación	3,8	1,4	1,0	3,8	1,4	1,0	0,7	0,6	
Distancia (m) entre el rodillo (23-2) y el rodillo (24-2)	1	1	0,75	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
θ2-2 (°)	11	11	15	11	11	9	n	17	9	11	11	9	17	17	11	22	13	13	11	22	13	13	13	13
Dispositivo de alteración de la separación de desplazamiento																								
Rodillo plano y rodillo estriado (dos fases)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	No usado	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Dos rodillos estriados (una sola fase)																								
Productividad	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○

Evaluación de la calidad	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input checked="" type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input checked="" type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
	<input type="radio"/> (Satisfactoria)
<input type="radio"/> (Satisfactoria)	

En lo sucesivo en este documento, el segundo y tercer aspectos de la presente invención se describen más específicamente en base a los ejemplos; sin embargo, el método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la presente invención no está limitado a estos ejemplos. En los Ejemplos 13 a 20 y Ejemplos Comparativos 4 a 7 los ángulos de inclinación de los haces de fibras localizados en ambos bordes en el conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplazan entre el rodillo 113 en el lado de entrada del horno de precarbonización y el rodillo 114 en el lado de salida del horno de precarbonización, mostrado en las Figuras 6 a 8, en relación con el plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos (113 y 114) se diseñaron para que fueran el mismo ángulo entre sí, y este mismo ángulo era el ángulo de inclinación máxima (θ_{11}). Adicionalmente, en los Ejemplos 13 a 20 y Ejemplos Comparativos 4 a 7, los ángulos de inclinación de los haces de fibras localizados en ambos bordes en el conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplazan entre el rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización y el rodillo (116) en el lado de salida en el horno de carbonización, mostrado en las Figuras 6 a 8, en relación con el plano perpendicular a los ejes de estos dos rodillos (115 y 116) se diseñaron para que fueran el mismo ángulo entre sí, y este mismo ángulo era el ángulo de inclinación máxima (θ_{13}).

15 Ejemplo 13

Se preparó un conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar disponiendo 50 haces de fibras precursoras acrílicas que tenían una finura de hilo individual d 0,8 dtex y un número de filamentos de 24.000 a una separación de 10 mm a intervalos iguales sobre un rodillo estriado (111). El conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se desplazó en zigzag en un horno de retardo de llama (51) con el grupo de rodillos de volteo (119) dispuesto a los lados izquierdo y derecho del horno de retardo de llama (51), en el que se hizo circular aire caliente de 230 a 270 °C, de esta manera, se realizó un tratamiento de retardo de llama durante 50 minutos y el conjunto de haces precursoros de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar. En el horno de retardo de llama, no se realizó la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras.

Aunque el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar que sale del horno de retardo de llama (51) y que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí se estaba alterando con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (52) con el uso tanto del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales a una separación de 10 mm como del rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 8 mm, el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se trató con calor durante 2 minutos en el horno de precarbonización (52), en el que la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 300 a 600 °C y, de esta manera, el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar.

La separación de desplazamiento P11 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P12 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,9 y 8,1 mm, respectivamente. Los parámetros usados para el cálculo se muestran en la Tabla 2.

En este caso, el ángulo de inclinación θ_{11} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos extremos del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, era 0,7°.

A continuación, el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se introdujo en el horno de carbonización (53), en el que la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 1000 a 1500 °C, para tratarlo con calor durante 2 minutos y, de esta manera, se convirtió en un conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar. En el horno de carbonización, no se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran a una distancia de 8 mm. Adicionalmente, el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar se sometió a un tratamiento superficial de oxidación electrolítica y un tratamiento de apresto para convertirlo en haces de fibras de carbono. Los haces de fibras de carbono tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria. La productividad y la calidad de los haces de fibras de carbono se evaluaron en base a los siguientes patrones.

- Productividad

- : la productividad del horno de carbonización mejora en un 10 % o mayor en relación al caso donde no se realizó la alteración de la separación de desplazamiento.

- x: la productividad del horno de carbonización mejora en menos del 10 % en relación al caso donde no se realizó la alteración de la separación de desplazamiento.

- Calidad

- : la calidad de las fibras de carbono es excelente y absolutamente libre de problemas.

- Δ: la calidad de las fibras de carbono es un poco baja, pero está libre de problemas.

- x: la calidad de las fibras de carbono causa problemas.

Ejemplo 14

Los haces de fibras de carbono se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se alteró con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (2) con el uso tanto del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 6 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización a separaciones de 10 y 6 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P11 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P12 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,8 y 6,2 mm, respectivamente. El ángulo de inclinación θ_{11} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, era 1,3°. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria.

Ejemplo 15

Los haces de fibras de carbono se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se alteraron con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (52) con el uso tanto del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 4 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización a separaciones de 10 y 4 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P11 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P12 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,7 y 4,3 mm, respectivamente. El ángulo de inclinación θ_{11} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, era 2,0°. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria.

Ejemplo 16

Los haces de fibras de carbono se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se alteró con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (52) con el uso tanto del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de 5 mm de separación. No se realizó alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización a las separaciones de 10 mm y 5 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P11 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P12 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización según se calcula por cálculo geométrico fueron de 9,5 y 5,5 mm, respectivamente. El ángulo de inclinación θ_{11} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, era de 3,1°. Los haces de fibras de carbono obtenidos tenían una productividad satisfactoria, pero parte de los haces de fibras mostró una tendencia a la degradación en su calidad debido a la aparición de torceduras, en los que la tendencia a la degradación era de un nivel libre de problemas.

Ejemplo Comparativo 4

Se prepararon haces de fibras de carbono en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que se usaron el rodillo (113) en el lado del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales a una distancia de 10 mm y el rodillo (114) en el lado de salida del horno

de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm, y, de esta manera, no se realizó una alteración de la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (52). No se realizó tampoco una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran a una distancia de 10 mm en cada uno del horno de retardo de llama y el horno de carbonización. Los haces de fibras de carbono obtenidos de esta manera tenían una calidad satisfactoria, pero la productividad en la etapa de carbonización era insuficiente en comparación con los Ejemplos.

Ejemplo Comparativo 5

Se prepararon haces de fibras de carbono en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se alteró con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de precarbonización (52) con el uso tanto del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (114) en el lado de salida del horno de precarbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 3 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización a las separaciones de 10 mm y 3 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P11 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P12 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,7 y 3,4 mm, respectivamente. En este caso, el ángulo de inclinación θ_{11} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (113) en el lado de entrada del horno de precarbonización, era de 2,3°.

En las condiciones mencionadas anteriormente, debido a la aparición del fenómeno de cohesión, probablemente debido a la descomposición del gas generado durante el tratamiento con calor de precarbonización y la aparición de doblado del hilo debido a los haces de fibras adyacentes en el rodillo en el lado externo del horno de precarbonización, era imposible obtener haces de fibras de carbono de calidad satisfactoria.

Ejemplo 17

Se preparó un conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar disponiendo 50 haces de fibras precursoras acrílicas que tenían una finura de hilo individual de 0,8 dtex y un número de filamentos de 24.000 a una separación de 10 mm a intervalos iguales en un rodillo estriado (111). El conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se desplazó en zigzag en un horno de retardo de llama (51) con el grupo de rodillos de volteo (119) dispuestos en los lados izquierdo y derecho del horno de retardo de llama (51), en el que se hizo circular aire caliente de 230 a 270 °C, de esta manera se realizó un tratamiento de retardo de llama durante 50 minutos, y el conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar. En el horno de retardo de llama, no se realizó la alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras.

Se permitió que el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar que sale del horno de retardo de llama (51), que se desplazan alineados lado a lado en paralelo entre sí, se desplazara con una separación no alterada de 10 mm en condiciones tales que la separación de desplazamiento del conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar no se alteró; el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se trató con calor durante 2 minutos en el horno de precarbonización (52), en el que la sección de tratamiento con calor (52a) del horno de precarbonización se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 300 a 600 °C y, de esta manera, el conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar.

A continuación, aunque el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar que sale del horno de precarbonización (52) y que se desplaza alineado lado a lado en paralelo entre sí que se había alterado con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de carbonización (53) con el uso tanto del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 6 mm, el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se trató con calor durante 2 minutos en el horno de carbonización (53), en el que la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 1000 a 1500 °C y, de esta manera, el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se convirtió en un conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar.

La separación de desplazamiento P13 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P14 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización, según se

calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,8 y 6,2 mm, respectivamente. Los parámetros usados para el cálculo se muestran en la Tabla 3.

5 En este caso, el ángulo de inclinación θ_{13} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (115), en el lado de entrada del horno de carbonización, era de $1,3^\circ$.

10 Posteriormente, el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar se introdujo en el horno de grafitización (54) en el que la sección de tratamiento con calor (54a) del horno de grafitización se cargó con nitrógeno y tenía una distribución de temperatura de 1500 a 2500 °C y, de esta manera, el conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar se trató con calor durante 2 minutos para convertirse en un conjunto de haces de fibras grafitizadas de tipo laminar. En el horno de grafitización, no se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran con la separación de 6 mm. Adicionalmente, el conjunto de haces de fibras grafitizadas de tipo laminar se sometió a un tratamiento superficial de oxidación
15 electrolítica y un tratamiento de apresto para convertirlo en haces de fibras grafitizadas. Estos haces de fibras grafitizadas tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria. La calidad y la productividad de estos haces de fibras grafitizadas se evaluaron en base a los siguientes patrones.

• Productividad

20 ○: la productividad del horno de grafitización mejora en un 10 % o mayor respecto al caso en el que no se realiza la alteración de la separación de desplazamiento.

x: la productividad del horno de grafitización mejora en menos de un 10 % respecto al caso en el que no se realiza alteración de la separación de desplazamiento.

25 • Calidad

○: la calidad de las fibras grafitizadas es excelente y absolutamente libre de problemas.

△: la calidad de las fibras grafitizadas es bastante baja, pero está libre de problemas.

x: la calidad de las fibras grafitizadas causa problemas.

30 Ejemplo 18

Los haces de fibras grafitizadas se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 17 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar preparados en las mismas condiciones que en el Ejemplo 13 se alteraron con respecto a la separación de
35 desplazamiento en el horno de carbonización (3) con el uso tanto del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 8 mm como del rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 5 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de grafitización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de grafitización a las separaciones de 10 mm y 5 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P13 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P14 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de precarbonización según se calcula mediante cálculo geométrico era de 7,9 y 5,2 mm, respectivamente. En este caso, el ángulo de inclinación
45 θ_{13} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, era $1,0^\circ$. Los haces de fibras grafitizadas obtenidos tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria.

50 Ejemplo 19

Los haces de fibras grafitizadas se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 17 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar preparados en las mismas condiciones que en el Ejemplo 14 se alteraron con respecto a la separación de
55 desplazamiento en el horno de carbonización (53) con el uso tanto del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 6 mm como del rodillo (116) del lado de salida del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 4 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama y el horno de grafitización, y se permitió que los haces de fibras que se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de grafitización a las separaciones de 10 y 4 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P13 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P14 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 5,9 y 4,1 mm, respectivamente. En este caso, el ángulo de inclinación
65 θ_{13} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras carbonizadas

de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, era de $0,7^\circ$. Los haces de fibras grafitizadas obtenidos tenían una calidad satisfactoria y también una productividad satisfactoria.

5 Ejemplo 20

Los haces de fibras grafitizadas se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 17 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se alteró con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de carbonización (3) con el uso tanto del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm como del rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 5 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama, el horno de carbonización y el horno de grafitización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de carbonización a una separación de 10 mm y que se desplazaran en el horno de grafitización a una separación de 5 mm, respectivamente.

La separación de desplazamiento P13 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P14 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, era de 9,5 y 5,5 mm, respectivamente. En este caso, el ángulo de inclinación θ_{13} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, era de $3,1^\circ$. Los haces de fibras grafitizadas obtenidos tenían una calidad satisfactoria, pero parte de los haces de fibras mostraron una degradación en la calidad debido a la aparición de torceduras, en los que la degradación de la calidad era de un nivel libre de problemas.

Ejemplo Comparativo 6

Los haces de fibras grafitizadas se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 17 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que se usaron el rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm y el rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm y, de esta manera, no se realizó una alteración de la separación de desplazamiento en el horno de carbonización (53). No se realizó tampoco una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama, el horno de precarbonización y el horno de grafitización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran a una separación de 10 mm en cada uno de estos hornos de alta temperatura y este horno de baja temperatura. Los haces de fibras grafitizadas obtenidos tenían una calidad satisfactoria, pero la productividad en la etapa de carbonización era insuficiente en comparación con los Ejemplos.

40 Ejemplo Comparativo 7

Los haces de fibras grafitizadas se prepararon en las mismas condiciones que en el Ejemplo 17 excepto que las condiciones se cambiaron de manera que el conjunto de haces de fibras precarbonizadas de tipo laminar se alteró con respecto a la separación de desplazamiento en el horno de carbonización (53) con el uso tanto del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 10 mm, como del rodillo (116) en el lado de salida del horno de carbonización, que tenía estrías grabadas a intervalos iguales de una separación de 3 mm. No se realizó una alteración de la separación de desplazamiento de los haces de fibras en el horno de retardo de llama, el horno de precarbonización y el horno de grafitización, y se permitió que los haces de fibras se desplazaran en el horno de retardo de llama y el horno de precarbonización a una separación de 10 mm y que se desplazaran en el horno de grafitización a una separación de 3 mm.

La separación de desplazamiento P13 de los haces de fibras en la entrada y la separación de desplazamiento P14 de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor (53a) del horno de carbonización, según se calcula mediante cálculo geométrico, eran de 9,7 y 3,4 mm, respectivamente. En este caso, el ángulo de inclinación θ_{13} de cada uno de los haces de fibras localizados en ambos bordes del conjunto de haces de fibras carbonizadas de tipo laminar, respecto al plano perpendicular a la dirección del eje del rodillo (115) en el lado de entrada del horno de carbonización, era de $2,3^\circ$.

En las condiciones mencionadas anteriormente, debido a la aparición de doblado del hilo debido a los haces de fibras adyacentes en el rodillo en el lado de salida del horno de carbonización, era imposible obtener haces de fibras de carbono con calidad satisfactoria.

En las Tablas 2 y 3 se muestran los resultados de evaluación de los Ejemplos y Ejemplos Comparativos mencionados anteriormente.

65

Tabla 2

	Ejemplo 13	Ejemplo 14	Ejemplo 15	Ejemplo 16	Ejemplo Comparativo 4	Ejemplo Comparativo 5
Número de haces de fibras de entrada	50	50	50	50	50	50
p1: separación (mm) del rodillo 113 en el lado de entrada del horno de precarbonización	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
p2: separación (mm) del rodillo 114 en el lado de entrada del horno de precarbonización	8,0	6,0	4,0	5,0	10,0	3,0
P11: separación (mm) en la entrada de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización	9,9	9,8	9,7	9,5	10,0	9,7
P12: separación (mm) en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización	8,1	6,2	4,3	5,5	10,0	3,4
P12/P11	0,82	0,63	0,44	0,58	1,00	0,35
Distancia (m) entre los rodillos	4,0	4,0	4,0	1,9	4,0	4,0
a	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
b	3,6	3,6	3,6	1,5	3,6	3,6
c	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ángulo de inclinación $\theta 11$ (°)	0,7	1,3	2,0	3,1	-	2,3
Productividad	o	o	o	o	x	o
Evaluación de la calidad	o (Satisfactoria)	o (Satisfactoria)	o (Satisfactoria)	Δ (Torceduras)	o (Satisfactoria)	x (Cohesión/doblado del hilo)

Tabla 3

	Ejemplo 17	Ejemplo 18	Ejemplo 19	Ejemplo 20	Ejemplo Comparativo 6	Ejemplo Comparativo 7
Número de haces de fibras de entrada	50	50	50	50	50	50
p3: separación (mm) del rodillo 115 en el lado de entrada del horno de carbonización	10,0	8,0	6,0	10,0	10,0	10,0
p4: separación (mm) del rodillo 116 en el lado de entrada del horno de carbonización	6,0	5,0	4,0	5,0	10,0	3,0
P13: separación (mm) en la entrada de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización	9,8	7,9	5,9	95	10,0	9,7
P14: separación (mm) en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización	6,2	5,2	4,1	5,5	10,0	3,4
P14/P13	0,63	0,66	0,69	0,58	1,00	0,35
Distancia (m) entre los rodillos	4,0	4,0	4,0	1,9	4,0	4,0
d	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
e	3,6	3,6	3,6	1,5	3,6	3,6
f	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Ángulo de inclinación $\theta 13(^{\circ})$	1,3	1,0	0,7	3,1	-	2,3
Productividad	o	o	o	o	x	o
Evaluación de la calidad	o (Satisfactoria)	o (Satisfactoria)	o (Satisfactoria)	Δ (Torceduras)	o (Satisfactoria)	x (Doblado del hilo)

Descripción de los símbolos

- 5
1: horno de retardo de llama
2: horno de precarbonización
3: horno de carbonización
4: grupo de rodillos
5: grupo de rodillos
- 10
11: conjunto de haces de fibras precursoras de tipo laminar
12: conjunto de haces de fibras retardantes de llama de tipo laminar
13: conjunto de haces de fibras precarbonizadas tipo laminar
14: conjunto de haces de fibras de carbono de tipo laminar
21: rodillo plano
22: rodillo estriado
- 15
23: rodillo plano de ángulo ajustable
24: rodillo plano de ángulo ajustable
25: rodillo plano
26: rodillo estriado
27: rodillo estriado
- 20
31: conjunto de haces de fibras de tipo laminar en el grupo antes de la división
32: haz de fibras terminal en un bloque de haces de fibras
B1 a B3: bloque de haces de fibras
θ1: ángulo de inclinación máxima de los haces de fibras en cada uno de los bloques de haces de fibras con respecto a un plano perpendicular a los ejes del rodillo plano (21) y el rodillo estriado (22)
θ2: ángulo de inclinación máxima de la dirección de desplazamiento de los bloques de haces de fibras en el conjunto de haces de fibras de tipo laminar que se desplazan entre los rodillos planos de ángulo ajustable (23 y 24) respecto a un plano perpendicular a los ejes del rodillo estriado (22) y el rodillo plano (25)
- 25
51: horno de retardo de llama
51a: sección de tratamiento con calor del horno de retardo de llama
52: horno de precarbonización
- 30
52a: sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización
53: horno de carbonización
53a: sección de tratamiento con calor del horno de carbonización
54: horno de grafitización
54a: sección de tratamiento con calor del horno de grafitización
- 35
111: rodillo en el lado de entrada del horno de retardo de llama
112: rodillo en el lado de salida del horno de retardo de llama
113: rodillo en el lado de entrada del horno de precarbonización
114: rodillo en el lado de salida del horno de precarbonización
115: rodillo en el lado de entrada del horno de carbonización
- 40
116: rodillo en el lado de salida del horno de carbonización
117: rodillo en el lado de entrada del horno de grafitización
118: rodillo en el lado de salida del horno de grafitización
119: rodillo de volteo

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir haces de fibras de carbono que comprende:

una etapa de retardo de llama para convertir una pluralidad de haces de fibras precursoras en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor de la pluralidad de haces de fibras precursoras en una atmósfera de gas oxidante, de 200 a 300 °C, en un estado en el que la pluralidad de haces de fibras precursoras están alineados lado a lado en paralelo entre sí;

una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado en paralelo entre sí; y

una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante tratamiento con calor de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado en paralelo entre sí,

en el que cuando una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de retardo de llama está representada por P1, una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de precarbonización está representada por P2, y una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la etapa de carbonización está representada por P3, se satisfacen las siguientes relaciones:

$$0,8 \leq P2/P1 \leq 1,0 \quad (1)$$

$$0,4 \leq P3/P1 \leq 0,8 \quad (2).$$

2. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

(a) una etapa que consiste en hacer más pequeña una separación de desplazamiento de los haces de fibras presentes en cada uno de los 2 o más y 20 o menos bloques de haces de fibras, siendo dichos bloques de haces de fibras subgrupos de los haces de fibras retardantes de llama obtenidos a partir de la etapa de retardo de llama o siendo subgrupos de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización obtenidos a partir de la etapa de precarbonización, o siendo subgrupos de cada uno de los haces de fibras retardantes de llama y los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización; y

(b) una etapa que consiste en acercar los bloques de haces de fibras adyacentes entre sí, para todos los bloques de haces de fibras cuya separación de desplazamiento de los haces de fibras se ha hecho más pequeña en la etapa (a).

3. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que se usa un rodillo estriado o una guía de cardado en la etapa (a) con el fin de disminuir la separación de desplazamiento.

4. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la etapa (a) se realiza con el uso de dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí.

5. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 2,

en el que, en la etapa (a), se usan al menos dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí para disminuir la separación de desplazamiento,

en el que se usa una guía de cardado además de los dos rodillos; o se usa un rodillo estriado como al menos uno de los dos rodillos.

6. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 2,

en el que la etapa (a) se realiza con el uso de dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí,

en el que el ángulo de inclinación máxima de los haces de fibras en cada uno de los bloques de haces de fibras que se desplazan entre los dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

7. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que la distancia entre los dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí, usados en la etapa (a), es de 750 mm o mayor.

8. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que la etapa (b) se realiza con el uso de una pluralidad de segundos pares rodillos de ángulo ajustable dispuestos entre un primer par de rodillos y;

en el que cada uno del primer par de rodillos y el segundo par de rodillos consiste en dos rodillos dispuestos en paralelo entre sí y

el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de todos los bloques de haces de fibras que se desplazan entre el segundo par de rodillos, respecto a un plano perpendicular a los ejes de los dos rodillos que constituyen el primer par de rodillos, se ajusta para que sea menor de 20°.

9. Un método para producir haces de fibras de carbono que comprende:

una etapa de retardo de llama para convertir una multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor en un horno de retardo de llama de la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en una atmósfera de gas oxidante, de 200 a 300 °C, en un estado en el que la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono están alineados lado a lado;

una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor en un horno de precarbonización de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado; y

una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante tratamiento con calor en un horno de carbonización de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado,

en el que cuando una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de una sección de tratamiento de calor del horno de precarbonización está representada por P11, y una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización está representada por P12, se satisface la siguiente relación:

$$0,40 \leq (P12/P11) \leq 0,90 \quad (3).$$

10. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 9,

en el que la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de precarbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de precarbonización,

en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras alineados lado a lado, que se desplazan entre los dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

11. El método para producir haces de fibras de carbono, de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que cuando una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de una sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P13, y una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P14, se satisface la siguiente relación:

$$0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90 \quad (4).$$

12. El método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con la reivindicación 11,

en el que la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de carbonización,

en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre estos dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de estos dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de 0,1° y menor de 3,0°.

13. Un método para producir haces de fibras de carbono que comprende:

una etapa de retardo de llama para convertir una multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en haces de fibras retardantes de llama mediante tratamiento con calor en un horno de retardo de llama de la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono en una atmósfera de gas oxidante, de 200 a 300 °C, en un estado en el que la multitud de haces de fibras precursoras de fibras de carbono están alineados lado a lado;

una etapa de precarbonización para convertir los haces de fibras retardantes de llama en haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización mediante tratamiento con calor en un horno de precarbonización de los haces de fibras retardantes de llama en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 500 a 800 °C, en un estado en el que los haces de fibras retardantes de llama están alineados lado a lado; y

una etapa de carbonización para convertir los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en haces de fibras de carbono mediante tratamiento con calor en un horno de carbonización de los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización en una atmósfera de gas inerte, con la temperatura de tratamiento más alta de 1000 °C o mayor, en un estado en el que los haces de fibras sometidas a un tratamiento de precarbonización están alineados lado a lado,

en el que cuando una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la entrada de una sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P13, y una separación de desplazamiento de los haces de fibras en la salida de la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización está representada por P14, se satisface la siguiente relación:

$$0,40 \leq (P14/P13) \leq 0,90 \quad (4).$$

14. El método para producir haces de fibras de carbono de acuerdo con la reivindicación 13,
en el que la separación de desplazamiento de los haces de fibras que se desplazan en la sección de tratamiento con calor del horno de carbonización se altera con el uso de dos rodillos paralelos entre sí, dispuestos respectivamente en el lado de entrada y el lado de salida del horno de carbonización,
- 5 en el que el ángulo de inclinación máxima entre los ángulos de inclinación de la multitud de haces de fibras, alineados lado a lado, que se desplazan entre los dos rodillos, respecto a un plano perpendicular a las direcciones de los ejes de los dos rodillos, se ajusta para que sea mayor de $0,1^\circ$ y menor de $3,0^\circ$.

FIG.1

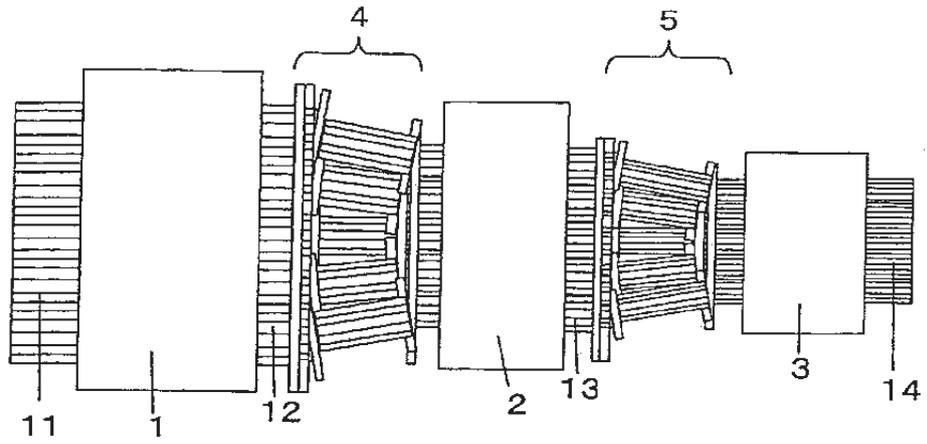


FIG.2

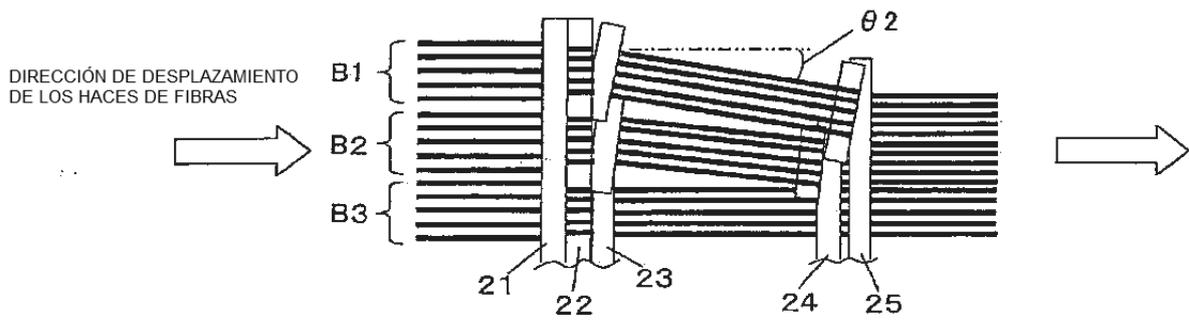


FIG.3

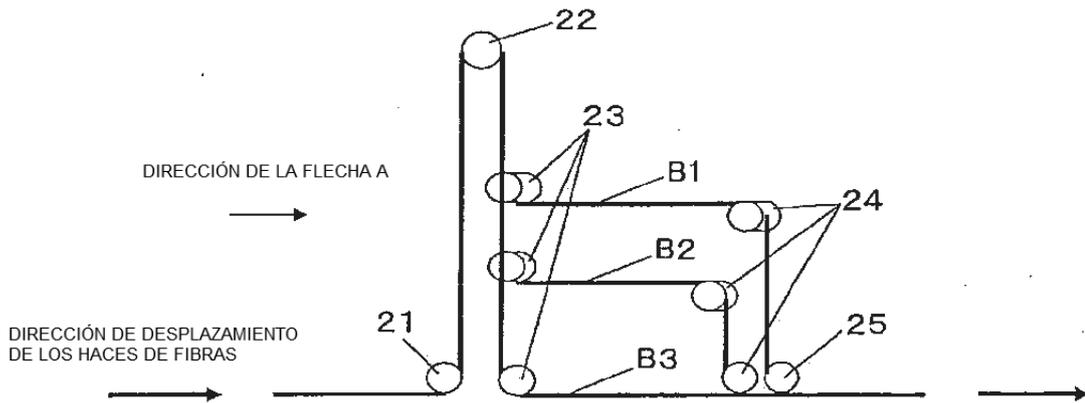


FIG4

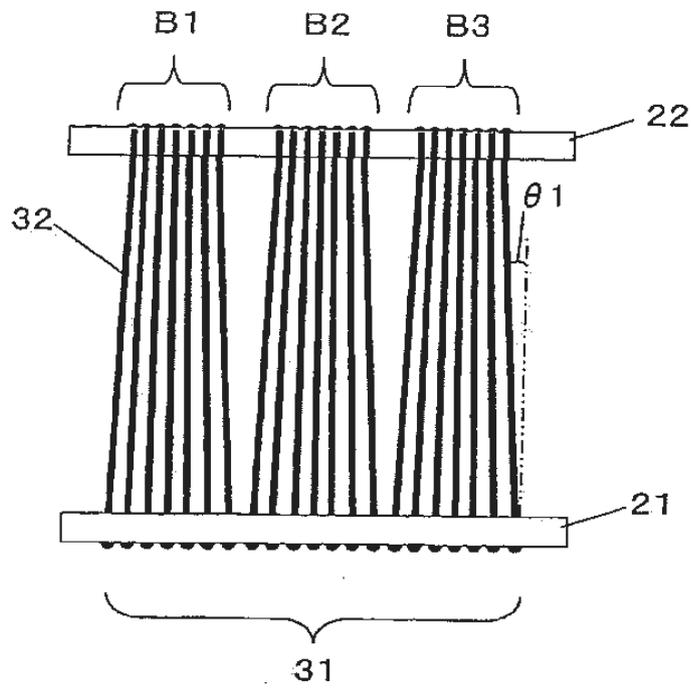


FIG5

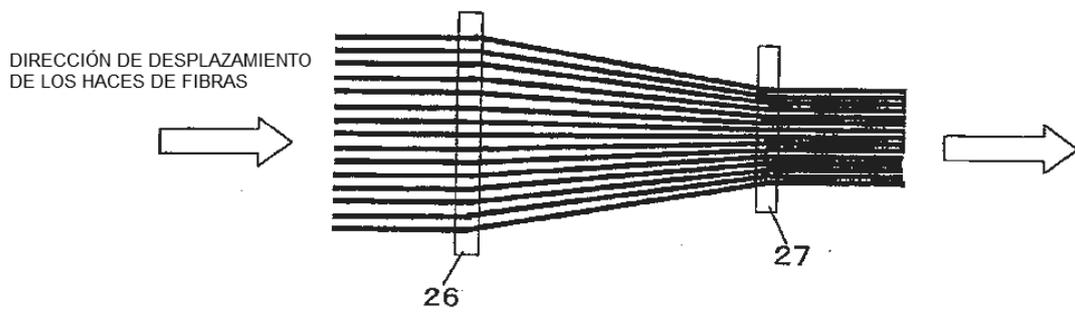


FIG.6

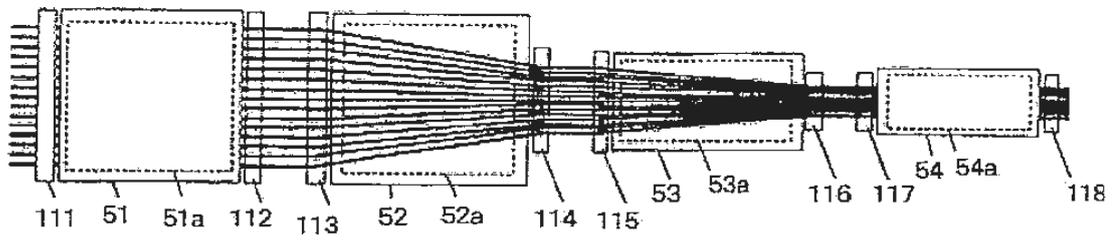


FIG.7

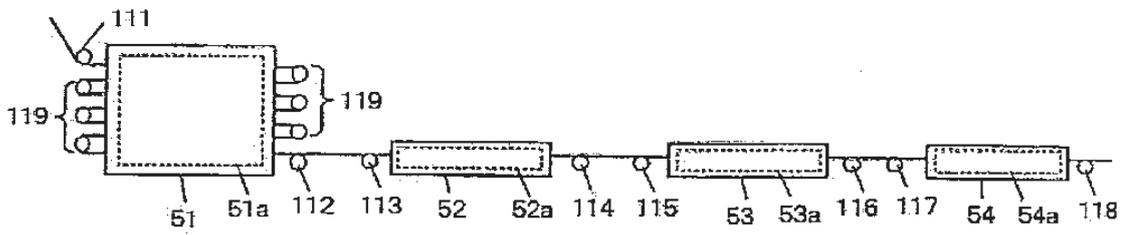


FIG.8

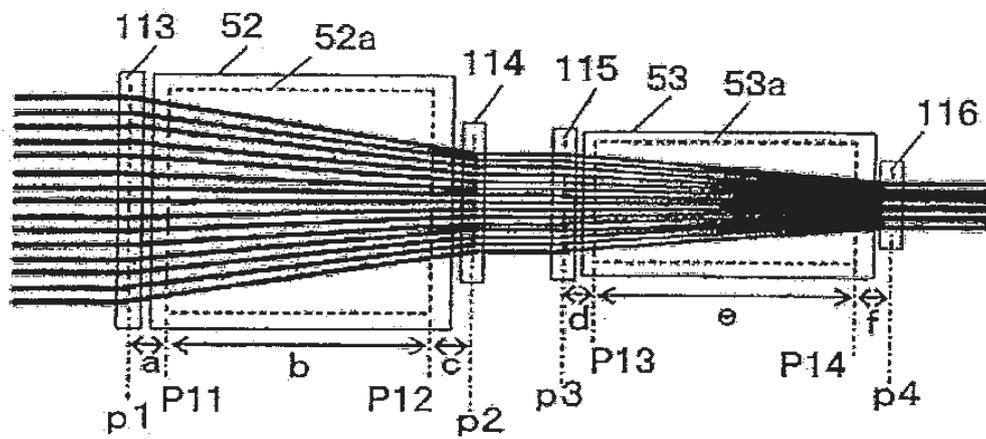


FIG.9

