

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 453 622**

51 Int. Cl.:

D01F 9/22 (2006.01)

B65H 69/06 (2006.01)

D02J 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2009 E 09824867 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2348143**

54 Título: **Haz de fibras con parte fragmentada, proceso para la producción del mismo, y proceso para producir fibra de carbono**

30 Prioridad:

10.11.2008 JP 2008287519

31.03.2009 JP 2009085793

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

08.04.2014

73 Titular/es:

TORAY INDUSTRIES, INC. (100.0%)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome
Chuo-ku, Tokyo 103-8666, JP

72 Inventor/es:

MISHIMA, KUNIHIRO;
HIROSE, TAKAMITSU;
KATO, KIMIYASU;
OZAKI, MITSUTOSHI y
WATANABE, DAIKI

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 453 622 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

Haz de fibras con parte fragmentada, proceso para la producción del mismo, y proceso para producir fibra de carbono

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a una fibra que tiene una parte de unión de fibras, un método de producción de la misma y un método de producción de fibra de carbono. Cuando se produce fibra de carbono a partir de haces de fibras de precursor diseñados para producir fibra de carbono, en ocasiones es necesario continuar suministrando dichos haces de fibras de precursor a un proceso de producción de fibra de carbono durante un largo período de tiempo. Se puede usar, de forma eficaz, un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención para dicha producción del haz de fibras de precursor continuo.

10

Técnica anterior

En general, los haces de fibras de precursor especialmente diseñados para la producción de fibra de carbono se usan en los procesos de producción de fibra de carbono. Estos haces de fibras de precursor se enrollan comúnmente en una bobina o se pliegan y se almacenan en cajas en el equipo de suministro del haz de fibras de precursor. Los haces de fibras de precursor sacados del equipo de suministro de haz de fibras de precursor normalmente se suministran a una etapa de calcinación que comprende una etapa de oxidación y una etapa de carbonización.

20

Para continuar la calcinación de los haces de fibras de precursor durante un largo período de tiempo con el fin de continuar la producción de fibras durante un largo período de tiempo, se tiene que unir la parte terminal frontal del haz de fibras de precursor sacada del equipo de suministro de haz de fibras de precursor, por varios medios con la parte terminal de cola del haz de fibras de precursor que se hace pasar a través de la etapa de calcinación. Por medio de la unión de las partes terminales de estos haces de fibras de precursor en su dirección longitudinal, se hace posible suministrar los haces de fibras de precursor de manera continua al proceso de producción de fibra de carbono, lo que conduce por consiguiente a la mejora de la operación del proceso.

25

30

Existe un método conocido donde las partes terminales en la dirección longitudinal de los dos haces respectivos de fibras de precursor basados en poliacrilonitrilo, que se usan como haces de fibras de precursor para la producción de fibra de carbono, se unen por medio de la aplicación de chorros de fluido presurizado para entrelazar las fibras (véase la Bibliografía de Patente 1).

35

No obstante, aunque actualmente resulta posible unir las partes terminales de los haces de fibras de precursor por medio de este método, la densidad de fibras es demasiado elevada en la parte de unión de fibras formada, dando lugar al problema de desplazamiento de la reacción de oxidación provocada durante la etapa de oxidación por medio del calor generado a partir de los propios haces de fibras de precursor. Por consiguiente, se han producido accidentes que implican la destrucción térmica y la combustión de la parte de unión de fibras. Para evitar que ocurra la ruptura de la parte de unión de fibras por la acumulación de calor, existe el medio de rebajar la temperatura de la etapa de oxidación. Si se rebaja de forma significativa la temperatura de la etapa de oxidación, no obstante, se requiere un tiempo más largo para llevar a cabo la etapa de oxidación, lo que conduce a una disminución considerable de la productividad para las fibras de carbono deseadas.

40

45

Si los haces de fibras de precursor están formados por un gran número de filamentos, los chorros de fluido presurizado emitidos a partir de las boquillas de formación de chorro no son capaces de cubrir todos los haces de fibras de precursor, y los haces de fibras de precursor no se entrelazan a nivel de filamento, sino que se dividen en sub-haces que se entrelazan. Si se forman dichos sub-haces de manera no uniforme en la parte de unión de fibras, aumenta localmente la densidad de fibras para acelerar la acumulación de calor. Además, no se logra el entrelazado suficiente en la parte de unión de fibras, lo que conduce a una resistencia de unión más pequeña entre los haces de fibras de precursor. Como resultado de ello, los haces de fibras se vuelven inestables para resistir la tensión provocada durante el proceso, lo que conduce a la ruptura o deslizamiento de los haces en la parte de unión de fibras.

50

55

Por ejemplo, como solución conocida para este problema, se pueden unir dos haces de fibras de precursor basados en poliacrilonitrilo por medio de un medio de conexión (haz de fibras de unión) formado por fibras oxidadas que no generan calor (véase la Bibliografía de Patente 2). Aunque este método puede reducir la cantidad de acumulación de calor, no obstante, no se puede retirar el calor de la parte de unión de manera suficiente, y tiene lugar la ruptura del hilo de forma sencilla en la parte de unión donde ha aumentado la densidad de fibras.

60

Por tanto, se tiene que disminuir la temperatura del horno a medida que la parte de unión de fibras pasa a través de la etapa oxidante. Además, las fibras oxidadas que constituyen el haz de fibras de unión y las fibras que constituyen el haz de fibras de precursor basado en poliacrilonitrilo son diferentes en el sentido de que están desenredadas en sus respectivos haces, y por consiguiente, las fibras que constituyen el haz de fibras de precursor basado en

65

poliacrilonitrilo y las fibras oxidadas que constituyen el haz de fibras de unión no se mezclan lo suficiente y se produce el fallo en cuanto a entrelazado de manera uniforme. Esto puede provocar el deslizamiento de estos haces de fibras, lo que conduce el apagado del horno oxidante con el fin de evitar incendios.

- 5 Existe otro métodos conocido donde, en lugar del entrelazado y la unión logrados por medio de aire presurizado, los haces de fibras se dividen en varios sub-haces en sus partes terminales, y se unen por medio de trenzado de los sub-haces juntos (véase la Bibliografía de Patente 3). En este caso, los haces unidos forman nódulos, que se aprietan para aumentar la densidad de fibras en la parte de unión, lo que conduce a una acumulación de calor que provoca la ruptura del hilo. Además, existe una gran variación de la resistencia a la unión entre los sub-haces de la parte de unión, y se concentra una tensión sobre esos sub-haces con una menor resistencia de unión, lo que provoca la ruptura de los sub-haces que comienza por los que tienen una menor resistencia de unión.

- 15 Además, existe una propuesta de haces de fibras basados en poliacrilonitrilo para la producción de fibra de carbono que se producen por medio de oxidación de las partes terminales de los haces de fibras de precursor para formar haces de fibras oxidadas que tienen una densidad de 1,30 g/cm³ o más, y unir los haces de fibras de precursor juntos con dichas partes terminales, por medio de entrelazado e integración de las fibras en las partes terminales para formar una parte de unión (véase la Bibliografía de Patente 4). En este caso, aunque la ruptura del hilo debida a la acumulación de calor en la parte de la junta tiende a reducirse, se requiere un aparato especial para preparar partes terminales de los haces de fibras de precursor para las fibras oxidadas, lo que conduce a una menor productividad. El documento EP 1 420 091 divulga un haz de fibras y un método de producción de acuerdo con los preámbulos de las reivindicaciones 1 y 8.

Listado de citas

- 25 Bibliografía de Patentes

- Bibliografía de Patente 1: JP 06-206667 A
 Bibliografía de Patente 2: JP 10-226918 A
 Bibliografía de Patente 3: JP 2007-046177 A
 30 Bibliografía de Patente 4: JP 2000-144534 A

Sumario de la invención

Problema técnico

- 35 La invención pretende proporcionar un haz de fibras que tiene una parte de unión de fibras que sirve para solucionar los problemas de la técnica anterior, y un método de producción del mismo. La invención también pretende proporcionar un método para producir una fibra de carbono a partir de un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, donde la parte de unión de fibras no sufre una acumulación de calor suficiente, y la parte de unión de fibras no sufre combustión debida a la acumulación de calor durante una etapa de calcinación, y el haz de fibras puede pasar el proceso de producción de manera suave.

Solución al problema

- 45 A continuación, se describe un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

- Un haz de fibras que tiene una parte de unión de fibras que comprende bien una parte de haz de fibras superpuestas donde una parte terminal de un primer haz de fibras múltiples y una parte terminal de un segundo haz de fibras múltiples se superponen o bien dos partes de haces de fibras superpuestas formadas en un haz de fibras de unión, donde una parte de un primer haz de fibras múltiples y una parte terminal de un segundo haz de fibras múltiples se superponen respectivamente sobre dicho haz de fibras de unión, donde dicha parte de unión de fibras está formada en cada una de las partes de dicho haz de fibras superpuestas y dicha parte de unión de fibras comprende dos o más partes de fibras entrelazadas donde las dichas fibras se entrelazan y que se encuentran ubicadas separadas unas de otras en la dirección longitudinal de los haces de fibras, y una parte de fibra que desenredada donde dichas fibras están desenredadas y que se encuentra ubicada entre dichas dos o más partes de fibras entrelazadas, y además, cada una de las partes de fibras entrelazadas comprende dos o más sub-partes entrelazadas formadas por dichas fibras múltiples de un haz de fibras entrelazadas con dichas fibras múltiples del otro haz de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas y ubicadas a intervalos en la dirección transversal de dichos haces de fibras, de manera que dichas dos o más partes de fibras entrelazadas actúan para unir dichos haces de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas.

- Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que ambos haces de fibras primero y segundo sean haces de fibras de precursor diseñados para la producción de fibra de carbono.

65

Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que dicho haz de fibras de unión tenga una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K.

5 Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que dicho haz de fibras de unión sea un haz de fibra de carbono que tiene un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más.

10 Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que la finura de dicho haz de fibras de unión sea de 0,2 a 3,0 veces la de dicho primer haz de fibras y la de dicho segundo haz de fibras.

Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que la resistencia a la tracción de dicha parte de unión de fibras sea de 20 g/tex o más a temperatura ambiente.

15 Para el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que la longitud de cada una de las partes de fibras entrelazadas sea de 8 a 30 mm en la dirección longitudinal de dicho haz de fibras y que la longitud de dicha parte de fibras desenredadas sea de 30 a 100 mm en la dirección longitudinal de dicho haz de fibras.

20 Un método de producción para el haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención es como se describe a continuación.

Un método de producción para el haz de fibras que tiene una parte de unión de fibras que comprende aplicar un fluido presurizado emitido a partir de un aparato de entrelazado de fibras a cada una de las partes del haz de fibras superpuestas en un haz de fibras que tiene bien una parte de haz de fibras superpuestas donde una parte terminal de un primer haz de fibras múltiples y una parte terminal de un segundo haz de fibras múltiples se superponen o bien dos partes de haz de fibras superpuestas formadas en un haz de fibras de unión, donde una parte terminal de un primer haz de fibras múltiples y una parte terminal de un segundo haz de fibras múltiples se superponen respectivamente en dicho haz de fibras de unión, de manera que dichas fibras se entrelazan unas con otras para unir dichos haces de fibras en dicha parte de unión de fibras en cada una de dichas partes de haz de fibras superpuestas; donde dicho aparato de entrelazado de fibras comprende un dispositivo superior de entrelazado de fibras y un dispositivo inferior de entrelazado de fibras ubicados en posición opuesta, uno con respecto al otro, con un espacio entre ellos, de manera que se proporciona una cámara de fluido entre una cara inferior de dicho dispositivo superior de entrelazado de fibras y una cara superior de dicho dispositivo inferior de entrelazado de fibras, donde cada uno de dicho dispositivo superior de entrelazado de fibras y dicho dispositivo inferior de entrelazado de fibras tiene una primera serie de orificios de chorro de fluido que comprende una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una primera línea en la dirección transversal de dichos haces de fibras y una segunda serie de orificios de chorro de fluido que comprende una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una segunda línea que es paralela a la primera línea y que se ubica con un intervalo en la dirección longitudinal de dichos haces de fibras con respecto a la primera línea, donde dichos orificios de chorro de fluido en dicha primera serie de orificios de fluido y dicha segunda serie de orificios de chorro de fluido están alineados en intervalos de 1,7 a 4,5 mm, y funciona para emitir chorros de fluido presurizado a partir de dicha pluralidad de orificios de chorro de fluido de dicha primera serie de orificios de chorro de fluido y dicha pluralidad de orificios de chorro de fluido de dicha segunda serie de orificios de chorro de fluido, de forma que el fluido presurizado emitido a partir de dichos orificios de chorro de fluido forma chorros finos de fluido presurizado que tienen una elevada velocidad lineal, y dichos orificios de chorro de fluido están ubicados para producir dos o más vórtices de fluido uniformes en dicha cámara de fluido, para producir, en dicha parte de unión de fibras en dicho haz de fibras superpuestas, dos o más partes de fibras entrelazadas en las cuales dichas fibras se entrelazan y que se encuentran ubicadas separadas una de otra en la dirección longitudinal de los haces de fibras y una parte de fibras desenredadas en la cual dichas fibras están desenredadas y que se encuentra ubicada entre dichas dos o más partes de fibras entrelazadas, de tal forma que cada una de dichas partes de fibras entrelazadas está formada por dos o más sub-partes entrelazadas que están formadas por dichas fibras múltiples de un haz de fibras y dichas fibras múltiples del otro haz de fibras entrelazadas en dicha parte de unión de fibras de dicha parte de haz de fibras superpuestas y que están ubicadas a intervalos en la dirección transversal de dichos haces de fibras, de manera que dichos haces de fibras se unen juntos en dicha parte de unión de fibras de dicha parte del haz de fibras superpuestas.

60 Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que tanto el citado primer haz de fibras como el citado segundo haz de fibras sean haces de fibras de precursor diseñados para la producción de fibra de carbono.

Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención es preferible que la conductividad térmica de dicho haz de fibras de unión sea de 3 a 700 W/m·K.

65 Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención, es preferible que dicho haz de fibras de unión sea un haz de fibra de carbono que tiene un valor de drapeado de 2 a 15

cm y una planicidad de 20 o más.

Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras, es preferible que la finura de dicho haz de fibras de unión sea de 0,2 a 3,0 veces la de dicho primer haz de fibras y la de dicho segundo haz de fibras.

Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras, es preferible que la resistencia a la tracción de dicha parte de unión de fibras sea de 20 g/tex o más a temperatura ambiente.

Para el método de producción del haz de fibras que tiene la parte de unión de fibras, es preferible que la distancia entre dicha primera línea recta y dicha segunda línea recta sea de 20 a 100 mm.

A continuación, se describe un método de producción de fibra de carbono de acuerdo con la invención.

Es un método de producción de fibra de carbono donde el haz de fibras que contiene una parte de unión de fibra de acuerdo con la invención se hace pasar de forma continua a través de un horno oxidante y posteriormente un horno reductor para producir fibra de carbono.

Efectos ventajosos de las invenciones

Cuando se somete a calcinación continua en una etapa de calcinación, el haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención no sufre ruptura de los haces de fibras o deslizamiento de las fibras de los haces de fibras fuera de los haces de fibras durante la etapa de calcinación, lo que sirve para evitar la acumulación de calor en el parte de unión de fibras y logra eficazmente la retirada de calor de la parte de unión de fibras.

Por consiguiente, el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención se puede hacer pasar de forma continua a través de la etapa de calcinación a una temperatura que no es significativamente menor que las temperaturas de horno de las etapas de calcinación comúnmente usadas para los haces de fibras libres de una parte de unión de fibras o para una parte diferente de la parte de unión de fibras de un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras, permitiendo la producción de fibras calcinadas, tales como fibra de carbono, de forma continua a través de la implementación prolongada de una etapa de calcinación con elevada eficacia de operación. Como resultado de ello, se puede mejorar en gran medida la productividad de las fibras calcinadas, tal como fibra de carbono.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una sección longitudinal esquemática de una realización del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 2 muestra una sección longitudinal esquemática de otra realización del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 3 muestra una sección longitudinal esquemática de otra realización del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 4 muestra una vista esquemática en planta de una parte de unión de fibras de una realización del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 5 muestra una vista lateral esquemática de un aparato típico de unión de haz de fibras usado para producir el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 6 muestra un corte transversal esquemático de un aparato de entrelazado de fibras típico diseñado para entrelazar fibras a usar para llevar a cabo el método para producir el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 7 muestra un corte transversal S1-S1 del aparato de entrelazado de fibras indicado por medio de las flechas de la Figura 6.

La Figura 8 muestra una vista lateral esquemática que ilustra un estado de una parte de unión de fibras en una realización del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención que se produce en el aparato de entrelazado de fibras que se proporciona en la Figura 6.

La Figura 9 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de preparación de muestra de ensayo para preparar muestras de ensayo para medir un valor de drapeado de un haz de fibras de unión a usar en el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención.

La Figura 10 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de medición del valor de drapeado para medir el valor de drapeado de una muestra de ensayo cortada a partir de la muestra de ensayo preparada en la Figura 9.

La Figura 11 muestra una vista lateral esquemática que ilustra el método de medición para determinar el valor de drapeado de una muestra de ensayo fijada sobre el aparato de medición del valor de drapeado que se proporciona en la Figura 10.

Descripción de las realizaciones

En primer lugar, se describe una realización del método de producción de fibra de carbono de la invención. Generalmente, se usan haces de fibras basados en poliacrilonitrilo, haces de fibras de brea, haces de fibras basados en celulosa, como haces de fibras de precursor para la producción de fibra de carbono. De éstas, se usan ampliamente haces de fibras basados en poliacrilonitrilo ya que pueden desarrollar una elevada resistencia.

El haz de fibras, que pasa a la velocidad a la cual se usan los haces de fibras de precursor basados en poliacrilonitrilo como materia prima de hilo para la producción de fibra de carbono que pasa a través del proceso de producción, es en gran medida diferente al de la etapa de calcinación en la cual se calcinan los haces de fibras de precursor resultantes para producir la fibra de carbono. Por consiguiente, los haces de fibras de precursor producidos en el proceso de producción de haz de fibras de precursor no se pueden alimentar de forma continua en la etapa de calcinación, y por tanto, se almacenan de forma temporal en un estado apropiado para el almacenamiento. Dichos estados apropiados para almacenamiento incluyen un rodillo enrollado en una bobina, o plegado en una caja. Los haces de fibras de precursor se almacenan temporalmente y se sacan posteriormente de la instalación de almacenamiento y se alimentan en la etapa de calcinación.

En la descripción que se proporciona a continuación, el haz de fibras de precursor que se saca de la instalación de almacenamiento (bobina) y se alimenta en la etapa de calcinación es denominado primer haz de fibras, y el haz de fibras de precursor que posteriormente se saca de otra instalación de almacenamiento (otra bobina) y se alimenta en la etapa de calcinación es denominado segundo haz de fibras.

En primer lugar, se saca el primer haz de fibras fuera de su almacenamiento y posteriormente se somete a un tratamiento oxidante en un horno oxidante en la etapa de calcinación. Durante este tratamiento oxidante, se somete el primer haz de fibras a tratamiento térmico en una atmósfera oxidante comúnmente en el intervalo de temperatura de 180 a 400 °C para proporcionar un hilo oxidado. Se carboniza el hilo oxidado en un horno de calcinación instalado a continuación del horno oxidante en la etapa de calcinación para proporcionar una fibra de carbono. La fibra de carbono sacada del horno oxidante posteriormente se somete a tratamiento superficial tal como con un agente encolante como se requiere en una etapa de tratamiento superficial, y se enrolla en una etapa de enrollado para proporcionar un producto de fibra de carbono.

Cuando el primer haz de fibras que se saca de su instalación de almacenamiento se aproxima a la parte terminal de cola, la parte terminal de cola del primer haz de fibras se une con la parte terminal frontal del segundo haz de fibras sacado de otra instalación de almacenamiento para formar un hilo integrado. Específicamente, se combinan los dos haces de fibras de precursor en las partes terminales, y se introduce el segundo haz de fibras unido de este modo en la etapa de calcinación a medida que el primer haz de fibras se mueve hacia adelante para permitir la producción de la fibra de carbono de forma continua.

El haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención pretende evitar la ruptura del hilo debida a la acumulación de calor en la parte de unión de fibras durante la etapa de oxidación y la ruptura del haz de fibras durante el proceso de producción. La parte de unión de fibras puede estar en forma de cualquiera de las dos realizaciones descritas a continuación.

La Figura 1 muestra un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con una primera realización de la parte de unión de fibras. En la Figura 1, un haz de fibras 1 que tiene una parte de unión de fibras tiene una parte A de unión de fibras formada por medio de superposición de una parte terminal 5 (parte terminal de cola) de un primer haz de fibras FB1 y una parte terminal 6 (parte terminal frontal) de un segundo haz de fibras FB2 en la dirección longitudinal. En una parte del haz de fibras superpuestas donde se superponen el primer haz de fibras FB1 y el segundo haz de fibras FB2, se pueden formar dos o más partes A de unión de fibras, según se requiera, con una distancia en la dirección longitudinal.

La Figura 2 muestra un haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con una segunda realización de la parte de unión de fibras. En la Figura 2, un haz de fibras 2 que tiene una parte de unión de fibras comprende un primer haz de fibras FB1, un segundo haz de fibras FB2 y un haz JFB de fibras de unión. El haz de fibras 2 que tiene la parte de unión de fibras tiene una parte A de unión de fibras donde se superponen una parte terminal 5 (parte terminal de cola) del primer haz de fibras FB1 y una parte terminal 4a del haz JFB de fibras de unión en la dirección longitudinal y también tiene otra parte A de unión de fibras donde la parte terminal 6 (parte terminal frontal) del segundo haz de fibras FB2 y la otra parte terminal 4b del haz JFB de fibras de unión se superponen en la dirección longitudinal.

La Figura 3 muestra una modificación del haz de fibras 2 que tiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la segunda realización de la parte de unión de fibras que se proporciona en la Figura 2. En la Figura 3, un haz de fibras 3 que tiene una parte de unión de fibras comprende un primer haz de fibras FB1, un segundo haz de fibras FB2 y un haz JFB de fibras de unión como en el caso del haz de fibras 2 proporcionado en la Figura 2. El haz de fibras 3 que tiene la parte de unión de fibras mostrado en la Figura 3 difiere del haz de fibras 2 proporcionado en la Figura 2 en que la parte de haz de fibras superpuestas en la cual se superponen el primer haz de fibras FB1 y el haz JFB de

5 fibras de unión contiene tres partes A de unión de fibras ubicadas a intervalos en la dirección longitudinal y que la parte de haz de fibras superpuestas en la cual se superponen el segundo haz de fibras FB2 y el haz JFB de fibras de unión contiene tres partes A de unión de fibras ubicadas a intervalos en la dirección longitudinal. El número de partes A de unión de fibras presentes en la parte de haz de fibras superpuestas puede decidirse de forma apropiada según se requiera.

10 En este caso, la configuración superpuesta del primer haz de fibras y el segundo haz de fibras y la configuración superpuesta del primer haz de fibras y el haz de fibras de unión así como el segundo haz de fibras y el haz de fibras de unión que se describen anteriormente ya se conocen.

15 Anteriormente, se describe la estructura de la parte de unión de fibras del haz de fibras que contiene una parte de unión de fibras de acuerdo con la invención. El haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención se caracteriza por esta estructura de la parte de unión de fibras.

20 La Figura 4 es una vista esquemática en planta de un ejemplo de la parte A de unión de fibras del haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención. En la Figura 4, una parte A de unión de fibras tiene dos partes C de fibras entrelazadas (partes enredadas) que contienen marañas de fibras que forman haces de fibras ubicados a intervalos en la dirección longitudinal de los haces de fibras superpuestas y una parte B de fibras desenredadas en la cual las fibras ubicadas entre las dos partes C de fibras entrelazadas están desenredadas. Además, cada una de las partes C de fibras entrelazadas está formada por dos o más sub-partes D entrelazadas formadas por marañas de fibras múltiples de un haz de fibras y fibras múltiples del otro haz de fibras en la parte de haz de fibras superpuestas y están ubicadas a intervalos en la dirección transversal de los haces de fibras. Los haces de fibras superpuestas están unidos por medio de dos partes C de fibras entrelazadas en la parte del haz de fibras superpuestas para formar un haz de fibras continuo que tiene la parte A de unión de fibras.

25 Como se muestra en la Figura 4, la parte A de unión de fibras en la cual se superponen las partes terminales de los dos haces de fibras contiene la parte B de fibras desenredadas en la cual las fibras múltiples de los dos haces de fibras están desenredadas. Por consiguiente, cuando se somete el haz de fibras que contiene esta parte A de unión de fibras a tratamiento térmico después de haber sido suministrado a una etapa de oxidación, la parte B de fibras desenredadas funciona como radiador de calor para liberar calor del haz de fibras, evitando de este modo o relajando la acumulación de calor en la parte A de unión de fibras en la etapa oxidante.

30 En la parte B de fibras desenredadas (parte de radiador de calor), un chorro de un fluido presurizado (aire comprimido) procedente de un aparato de entrelazado de fibras descrito a continuación impacta directamente sobre el haz de fibras, y se produce el desenredado de las fibras múltiples del haz de fibras hasta un nivel de filamento individual. De este modo, las fibras coexisten sin estar entrelazadas en esta parte. En la parte B de fibras desenredadas, es preferible que los filamentos no se adhieran unos a otros y que se encuentren en contacto con el aire externo. En la Figura 4, las direcciones de la radiación térmica procedentes de la parte B de fibras desenredadas se indican esquemáticamente por medio de la flechas HR.

35 En la Figura 4, si la longitud X de la parte B de fibras desenredadas en la dirección longitudinal del haz de fibras es demasiado corta, el efecto de radiación térmica será pequeño, mientras que si es demasiado larga, el tamaño total requerido del aparato de unión del haz de fibras aumenta. De este modo, es preferible que la longitud X de la parte B de fibras desenredadas sea de 30 a 100 mm, más preferentemente de 35 a 50 mm. También es preferible que la longitud (anchura) de la parte B de fibras desenredadas en la dirección transversal del haz de fibras sea de 1,5 a 2 veces la longitud (anchura) en la dirección transversal del haz de fibras antes de producirse el desenredado.

40 Las fibras no se desenredan lo suficiente, lo que conduce a un efecto de radiación térmica insuficiente, si la longitud de la parte B de fibras desenredadas en la dirección transversal del haz de fibras es menor que 1,5 veces la longitud en la dirección transversal del haz de fibras antes de que se produzca el desenredado. Si la longitud de la parte B de fibras desenredadas en la dirección transversal del haz de fibras es más de 2 veces la longitud en la dirección transversal del haz de fibras antes de que se produzca el desenredado, el tamaño de la parte B de las fibras desenredadas es demasiado grande, y pueden entrar en contacto con las fibras del haz de fibras vecino que viaja en el proceso de producción, dando como resultado el entremezclado de las fibras entre estos haces.

45 La existencia de la parte B de fibras desenredadas de esta forma trabaja para liberar el calor acumulado en las partes C de fibras entrelazadas ubicadas en ambos lados. Como resultado de ello, la cantidad de calor acumulado en la parte A de unión de fibras se puede reducir, lo que conduce a una gran disminución de la ruptura del hilo debida a la acumulación de calor.

50 En la parte C de fibras entrelazadas (parte enredadas), existen dos o más, preferentemente de 4 a 10, subpartes enredadas D en la dirección transversal del haz de fibras. En una subparte enredada D, las fibras múltiples de los dos haces de fibras superpuestas se entrelazan y se enredan a nivel de filamento individual. En la Figura 4, las subpartes enredadas D mostradas están en forma de ocho regiones de tipo trenza de fibras entrelazadas y que se extienden desde las partes terminales de la parte B de fibras desenredadas en la dirección longitudinal del haz de fibras.

En la Figura 4, si la longitud Y de la parte C de fibras entrelazadas en la dirección longitudinal del haz de fibras es demasiado corta, la resistencia de unión entre las fibras es pequeña, mientras que si es demasiado grande, el tamaño total requerido del aparato de unión del haz de fibras aumenta. De este modo, es preferible que la longitud Y de la parte C de las fibras entrelazadas en la dirección longitudinal del haz de fibras sea de 8 a 30 mm, más preferentemente de 10 a 18 mm.

Si la parte C de fibras entrelazadas está formada de este modo por dos o más sub-partes entrelazadas D ubicadas a intervalos en la dirección transversal de los haces de fibras, los haces de fibras de la parte C de fibras entrelazadas pueden estar en estado dividido al tiempo que se mantiene la conexión entre dos haces de fibras adyacentes. Si existen cuatro o más sub-partes entrelazadas D, el número de filamentos presente en cada sub-parte entrelazada D puede ser de un cuarto o menos con respecto al número total de filamentos presentes en cada haz de fibras. En el caso, por ejemplo, de que se unan un primer haz de fibras que contiene 12.000 filamentos y un segundo haz de fibras que contiene 12.000 filamentos, cada sub-parte entrelazada D contiene aproximadamente 6.000 filamentos.

De este modo, se hace posible evitar el aumento de la densidad de fibras en cada sub-parte entrelazada D, lo que sirve para rebajar la acumulación de calor en las partes A de unión de fibras. Si hay 11 o más sub-partes entrelazadas D, el número de filamentos presentes en cada sub-parte entrelazada D disminuye, y por consiguiente la resistencia de unión de fibras proporcionada por cada sub-parte entrelazada D disminuye hasta un nivel por debajo de la tensión requerida para el proceso, provocando que tenga lugar la ruptura de los haces de manera más probable. Las fibras se entrelazan de manera casi uniforme en cada subparte entrelazada D, y por tanto, las fibras entrelazadas pueden desarrollar una resistencia de unión suficiente para las partes A de unión de fibras.

El calor generado en las sub-partes entrelazadas D, por otra parte, se mueve a lo largo de las fibras hacia la parte B de fibras desenredadas. En la Figura 4, este movimiento térmico viene indicado esquemáticamente por las flechas H.

La Figura 5 muestra una vista lateral esquemática de un ejemplo del aparato de unión de haz de fibras usado para llevar a cabo un método de producción para los haces de fibras que contienen la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención. En la Figura 5, un aparato 50 de unión de haz de fibras comprende cuatro dispositivos 52 de fijación de haz de fibras ubicados a intervalos en la dirección longitudinal del aparato, tres dispositivos 51 de entrelazado de fibras ubicados entre los dispositivos 52 de fijación de haz de fibras, y seis dispositivos 53 de relajación de haz de fibras ubicados entre los dispositivos 52 de fijación de haz de fibras y los dispositivos 51a superiores de entrelazados de fibras. Cada dispositivo 51 de entrelazado de fibras está formado por un dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras y un dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras ubicados en posición opuesta, uno con respecto al otro, en la dirección vertical con un espacio entre ellos.

Por debajo de los dispositivos 51a superiores de entrelazado de fibras y por encima de los dispositivos 51b inferiores de entrelazado de fibras, se proporcionan dos series paralelas de varios orificios de formación de chorros de fluido alineadas en la dirección transversal del primer haz de fibras FB1 y del segundo haz de fibras FB2 que pasan a través del aparato 50 de unión de haz de fibras, con una distancia en la dirección longitudinal de los haces de fibras.

Cada dispositivo 52 de fijación de haz de fibras tiene una placa de fijación superior y una placa de fijación inferior que se abren en la dirección vertical para intercalar el primer haz de fibras FB1 y el segundo haz de fibras FB2.

Los dispositivos 53 de relajación de haz de fibras se usan para relajar el primer haz FB1 de fibras superpuestas y el segundo haz de fibras FB2 una cierta distancia en la dirección longitudinal. Cuando los dispositivos 52 de fijación del haz de fibras no están funcionando para fijar los haces de fibras, los rodillos que se pueden mover en la dirección vertical y se extienden en la dirección transversal de los haces de fibras, por ejemplo, presionan hacia abajo los haces de fibras para relajar los haces de fibras una cierta distancia en la dirección longitudinal. Una vez que se logra dicha relajación de los haces de fibras, se accionan los dispositivos 52 de fijación de haz de fibras para fijar los haces de fibras. Este estado relajado de los haces de fibras resulta preferido ya que las múltiples fibras de los haces de fibras se pueden entrelazar de forma fácil por medio de los dispositivos 51 de entrelazado de fibras, y también resulta útil ajustar el grado de entrelazado de las fibras.

A continuación, se describe el uso de este aparato 50 de unión de haz de fibras para unir el primer haz de fibras FB1 y el segundo haz de fibras FB2.

En primer lugar, se superponen la parte terminal de cola del primer haz de fibras FB1 que pasa a través de la etapa de calcinación y la parte terminal frontal del segundo haz de fibras FB2 que se alimenta en la etapa de calcinación, y se colocan en los dispositivos 51 de entrelazado de fibras. Es preferible que la longitud de las partes terminales superpuestas sea de 350 a 500 mm en la dirección longitudinal de los haces de fibras. También es preferible que los haces de fibras FB1 y FB2 se superpongan en estado plano con un espesor de 0,1 a 1,0 mm. Esto permite el desenredado de las fibras múltiples de los haces de fibras FB1 y FB2 hasta un nivel de filamento individual y el entremezclado suficiente en la parte del haz de fibras superpuestas cuando se reciben los chorros de fluido presurizado en los dispositivos 50 de entrelazado de fibras.

Entonces, los dispositivos 53 de relajación de haz de fibras ubicados en posición adyacente a los dispositivos 51 de entrelazados de fibras trabajan para formar partes relajadas en los haces de fibras superpuestas en las proximidades de los dispositivos 51 de entrelazado de fibras. Específicamente, se puede aplicar un peso o similar para comprimir hacia abajo ambos haces de fibras FB1 y FB2 con el fin de relajarlos. Preferentemente, el grado de relajación es de un 5 a un 25 %. Si el grado de relajación es menor de un 5 %, las fibras no se entrelazan de forma suficientemente intensa y la resistencia de unión de la parte de unión de fibras disminuye, mientras que si el grado de relajación es de más de un 25 %, el tamaño de la parte de fibras entrelazadas aumenta y es más probable que el hilo se rompa debido a la acumulación de calor.

Posteriormente, se aprietan los dos haces de fibras entre la placa de fijación superior y la placa de fijación inferior en los dispositivos 52 de fijación de haz de fibras con el fin de fijar los dos haces FB1 y FB2 de fibras superpuestas. Posteriormente, se retira el peso usado para relajar los haces de fibras FB1 y FB2 y se aplican chorros de fluido presurizado desde los dispositivos 51a superiores de entrelazado de fibras y los dispositivos 51b inferiores de entrelazado de fibras. Esta aplicación de chorros de fluido presurizado actúa para entrelazar las fibras múltiples en los haces de fibras FB1 y FB2 entre los dispositivos 52 de fijación de haces de fibras para formar las partes de unión de fibras y retirar la relajación en los haces de fibras FB1 y FB2. El fluido usado puede ser un líquido o gas que se suministra en estado comprimido. Comúnmente, se usa aire como fluido a la vista de la operabilidad y la eficiencia económica.

El modo de formación de las partes A de unión de fibras se describe a continuación haciendo referencia a las Figuras 6, 7 y 8. La Figura 6 muestra un corte transversal esquemático de un ejemplo de los dispositivos 51 de entrelazado de fibras. La Figura 5 muestra un corte transversal S1-S1 de los dispositivos 51 de entrelazado de fibras por medio de las flechas de la Figura 6. La Figura 8 muestra una vista lateral esquemática que ilustra el modo donde se forma una parte de unión de fibras por medio del dispositivo de entrelazado de fibras que se proporciona en la Figura 6.

Un dispositivo 51 de entrelazado de fibras comprende un dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras y un dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras. El dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras y el dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras tienen cada uno una primera serie 71 de orificios de chorro de fluido que contiene una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una primera línea perpendicular a la dirección longitudinal de los haces de fibras y una segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido que contiene una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una segunda línea que es paralela a la primera línea y ubicada a una distancia a partir de la primera línea en la dirección longitudinal de los haces de fibras.

Los orificios de chorro de fluido de la primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y la segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras están abiertos sobre la cara inferior del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras. Los orificios de chorro de fluido de la primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y la segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido del dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras se encuentran abiertos sobre la cara superior del dispositivo 51a inferior de entrelazado de fibras. Se proporcionan cámaras de fluido FC entre la cara inferior del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras y la cara superior del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras.

Se proporciona una línea FS de suministro de fluido presurizado en el lado de aguas arriba de los orificios de chorro de fluido de la primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y la segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras. Se proporciona otra línea FS de suministro de fluido presurizado sobre el lado de aguas arriba de los orificios de chorro de fluido de la primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y la segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido del dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras.

El fluido presurizado (aire comprimido) emitido a partir de los orificios de chorro de fluido forma chorros finos de fluido presurizado que tienen una velocidad elevada, y los orificios de chorro de fluido se ubican de manera que se produzcan dos o más vórtices de fluido uniforme en las cámaras FC de fluido presurizado. Los chorros de fluido presurizado pueden trabajar para desenredar de forma fina las fibras múltiples de los haces de fibras FB1 y FB2 hasta un nivel de filamento individual. Este desenredado de las fibras provoca la formación de una parte B de fibras desenredadas.

El entrelazado de las fibras múltiples desenredadas comienza en el dispositivo 52 de fijación de haz de fibras que fija los haces de fibras y actúa como punto de partida, y posteriormente avanza hacia el dispositivo 51 de entrelazado de fibras. Por medio de dos o más vórtices de fluido uniforme formados en las cámaras FC de fluido presurizado, se dividen las fibras múltiples de los haces de fibras FB1 y FB2 en haces más pequeños para formar dos o más sub-partes entrelazadas D. A medida que el fluido presurizado (aire comprimido) forma chorros que tienen una velocidad lineal que es uniforme en la dirección transversal de los haces de fibras, los haces se pueden dividir en sub-haces que contienen prácticamente el mismo número de filamentos, dando como resultado la formación de dos o más sub-partes entrelazadas D que son uniformes en la dirección transversal de los haces de fibras. De este modo, se forma una parte C de fibras entrelazadas que contiene dos o más sub-partes entrelazadas D que tienen una variación

pequeña en cuanto a resistencia de unión.

Para formar una parte B de fibras desenredadas que funciona como parte de radiador térmico para liberar calor hacia afuera, es necesario que el dispositivo 51 de entrelazado de fibras tenga dos series paralelas de orificios de chorro de fluido ubicadas en posición separada una de otra en la dirección longitudinal de los haces de fibras. No existe punto de partida necesario para el entrelazado de las fibras entre las dos series de orificios de chorro, y por tanto, las fibras no se entrelazan entre las dos series de orificios de chorro, y las fibras múltiples quedan desenredadas. De este modo, no tiene lugar el entrelazado de fibras entre las dos series de orificios de chorro. Como resultado de ello, como se muestra en la Figura 8, la parte B de fibras desenredadas (parte de radiación de calor) se forma entre las dos series de orificios de chorro, y la parte C de fibras entrelazadas se forma entre el dispositivo 51 de entrelazado de fibras y el dispositivo 52 de fijación de haz de fibras.

De este modo, para producir partes de unión de fibras que contengan tanto la parte B de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) como la parte C de fibras entrelazadas, es necesario que el dispositivo 51 de entrelazado de fibras tenga dos series paralelas de orificios 71 y 72 de chorro de fluido ubicadas en posición separada una de otra, a intervalos en la dirección longitudinal de los haces de fibras. Las fibras múltiples de los haces de fibras no pueden quedar desenredadas si únicamente se proporciona una serie de orificios de chorro de fluido sobre la cara inferior del dispositivo 51a superior de entrelazado de fibras y sobre la cara superior del dispositivo 51b inferior de entrelazado de fibras.

En tal caso, se entrelazan las fibras con el centro del haz de fibras ubicado entre dos dispositivos 52 adyacentes de entrelazado de fibras, produciéndose el fallo en cuanto a la generación de una parte de fibra desenredada (parte de radiador térmico) que pueda liberar calor hacia el exterior. A pesar de existir una única serie de orificios de chorro de fluido, es posible formar una parte de fibras aparentemente desenredadas (parte de radiador térmico) si se acorta el tiempo de entrelazado. No obstante, en este caso, debido al corto tiempo de entrelazado, es imposible formar una parte de fibras entrelazadas que tenga una resistencia de unión suficientemente elevada, y los haces de fibras se rompen fácilmente cuando se hacen pasar a través del proceso. Si existen tres o más series de orificios de chorro de fluido, no solo aumenta la tasa de suministro de aire comprimido, sino que también se produce daño sobre los haces de fibras en la parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) por parte del fluido presurizado (aire comprimido), haciendo más probable que tenga lugar la ruptura de los haces de fibras cuando se hacen pasar a través del proceso.

La longitud L (espaciado) entre las dos series de orificios 71 y 72 de chorro de fluido medida en la dirección longitudinal de los haces de fibras es preferentemente de 20 a 100 mm, más preferentemente de 25 a 55 mm. El tamaño de la parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) es pequeño, dificultando la producción de una parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) que tienen una capacidad suficiente de radiación térmica, si la longitud L es menor de 20 mm, aunque el tamaño de la parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) se haga más grande de lo necesario si la longitud L es de más de 100 mm.

La separación de disposición P de los orificios de chorro de fluido en la serie de orificios de chorro de fluido es de 1,7 a 4,5 mm, y el diámetro HD de los orificios de chorro de fluido es preferentemente de 1,2 a 2,5 mm. A la vista de la precisión para el procesado de los orificios de chorro de fluido, es necesario un determinado espesor de material entre los orificios de chorro, y por tanto, la separación de disposición P de los orificios de chorro de fluido es preferentemente de 0,5 mm o más grande que el diámetro HD de los orificios de chorro de fluido.

Si la separación de disposición P de los orificios de chorro de fluido P es menor de 1,7 mm, es imposible producir chorros finos de aire comprimido que tengan una velocidad lineal grande, pero los chorros tienen una forma plana, produciendo el fallo a la hora de desenredar los haces de fibras hasta un nivel de filamento individual y producir una parte de fibras entrelazadas.

Si la separación de disposición P de los orificios de chorro de fluido es de más de 4,5 mm, el tamaño de las sub-partes entrelazadas aumenta y cada sub-parte entrelazada contiene un gran número de filamentos, lo que posiblemente provoca el fallo para controlar la acumulación de calor.

También con respecto al diámetro HD de los orificios de chorro de fluido, es imposible producir chorros finos de fluido presurizado (aire comprimido) que tengan una velocidad lineal elevada, desenredar los haces de fibras, y producir una parte de fibras entrelazadas si el diámetro HD de los orificios de chorros de fluido es pequeño. Si el diámetro HD de los orificios de chorro de fluido es grande, el diámetro de los chorros de fluido presurizado (aire comprimido) emitidos a partir de los orificios de chorro de fluido aumenta, es imposible desenredar los haces de fibras hasta un nivel de filamento individual, lo que posiblemente conduce a un desenredado insuficiente y al fallo a lo hora de lograr una capacidad suficiente de radiación térmica.

Es preferible que la presión de los chorros de fluido presurizado (aire comprimido) sea de 0,3 a 0,6 MPa. Si la presión es menor que 0,3 MPa, las fibras múltiples de los haces de fibras no se desenredan de manera suficiente, lo que posiblemente dificulta la producción de la parte de fibra entrelazada que tiene dos o más sub-partes entrelazadas. Si la presión es de más de 0,6 MPa, se puede dañar el haz de fibras por parte del fluido presurizado,

lo que posible conduce a la ruptura de los haces de fibras.

Es posible dividir los dos haces de fibras en dos o más haces de fibras pequeños separados en la dirección transversal y procesarlos por medio de una pluralidad de dispositivos de entrelazado de fibras, seguido de combinación de los mismos para dar lugar a una parte de unión de fibras. No obstante, no solo se deteriora la operabilidad, sino que también los haces de fibras sueltan pelusa cuando se dividen, lo que conduce a una disminución de la resistencia de unión. Por tanto, es preferible que todos los haces de fibras se sometan a una etapa de entrelazado de fibras en un dispositivo de entrelazado de fibras sin dividirlos en dos o más haces de fibras separados en la dirección transversal.

Es preferible que tanto el primer haz de fibras FB1 como el segundo haz de fibras FB2 sean haces de fibras de precursor diseñados para la producción de fibra de carbono.

Las Figuras 2 y 3 muestran secciones longitudinales esquemáticas de un ejemplo de haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención donde los haces de fibras de precursor se unen por medio de un haz de fibras de unión (medio de conexión).

Para la realización que usa un haz de fibras de unión (medio de conexión), es preferible que el haz de fibras de unión tenga una conductividad de 3 a 700 W/m·K. Para la realización que usa esta haz de fibras de unión (medio de conexión), es preferible que el haz de fibras de unión tenga un valor calorífico de 500 cal/g o menos en una temperatura de atmósfera de 150 a 400 °C y al mismo tiempo tenga una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K. Además de estas condiciones preferidas, es preferible que el haz de fibras de unión formado por fibras múltiples contenga 3.000 o más filamentos (el número de filamentos) y que el haz de fibras de unión también tenga un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más.

Por ejemplo, cuando se usa este haz de fibras de unión, la parte 5 terminal de cola del primer haz de fibras FB1 y una parte terminal del haz JFB de fibras de unión se superponen, y además, la parte 6 terminal frontal del segundo haz de fibras FB2 y la otra parte terminal del haz JFB de fibras de unión se superponen, seguido de la colocación de la parte superpuesta en el dispositivo 51 de entrelazado de fibras. Es preferible que cada parte terminal y el haz de fibras de unión se superpongan sobre una longitud de 350 a 500 mm en la dirección longitudinal de los haces de fibras.

Si el haz de fibras de unión es no exotérmico (con un valor calorífico de 500 cal/g o menos) y además, tiene una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K, es posible reducir en gran medida la generación de calor a partir de la parte A de unión de fibras durante el tratamiento oxidante y al mismo tiempo, acelerar la retirada de calor en la parte de fibras entrelazadas del primer haz de fibras FB1 y el segundo haz de fibras FB2 que se acumula durante el tratamiento oxidante, lo que conduce a una reducción grande de la ruptura del hilo debida a la acumulación de calor. Preferentemente, el haz de fibras de unión es un haz de fibra de carbono.

Es preferible que las fibras múltiples de la parte A de unión de fibras contengan de 3.000 a 100.000 filamentos (el número de filamentos). Es más preferible de 12.000 a 60.000. Preferentemente, los filamentos tienen una finura de 0,8 a 1,7 dtex (de 0,7 a 1,5 denier).

Esta parte A de unión de fibras funciona de manera muy eficaz para unir los haces de fibras de precursor basados en poliacrilonitrilo. De este modo, los haces de fibras basados en poliacrilonitrilo que tienen esta parte de unión de fibras no sufren ruptura provocada por la acumulación de calor cuando se hacen pasar a través de la etapa de calcinación y no requieren reducción de temperatura del horno oxidante, lo que sirve de manera eficaz para la producción continua de fibra de carbono.

En el haz de fibras que tiene la parte A de unión de fibra que se muestra en las Figuras 2 y 3, el primer haz FB1 de fibras de precursor (el primer haz de fibras) y el segundo haz FB2 de fibras de precursor (el segundo haz de fibras) se unen por medio de un tercer haz de fibras JFB que los une. A modo de este haz JFB de fibras de unión, preferentemente se usa un haz de fibra de carbono que tiene una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K, que comprende 3.000 o más filamentos, y también que tiene un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más.

En la parte de unión del haz de fibras de precursor y el haz de fibra de carbono, las fibras múltiples del primer haz FB1 de fibras de precursor y las del haz JFB de fibra de carbono se enredan para formar una parte A de unión de fibras. Además, las fibras múltiples del haz JFB de fibra de carbono y las del segundo haz FB2 de fibras de precursor se enredan para formar una parte A de unión de fibras.

El haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras que se muestra en la Figura 2 tiene dos partes A de unión de fibras, es decir, una en la parte superpuesta del primer haz FB1 de fibras de precursor y el haz JFB de fibra de carbono y la otra en la parte superpuesta del haz JFB de fibra de carbono y el segundo haz FB2 de fibras de precursor. La resistencia a la tracción total de las partes de unión aumenta al aumentar el número de partes de unión de fibras, pero se requiere un aparato de tamaño más grande, lo que conduce a un aumento del coste del equipo, si

se tienen que introducir varias partes de unión de fibras de forma simultánea. O, se pueden hacer pasar haces de fibras varias veces a través de un aparato diseñado para la producción de una parte de unión de fibras, pero esto conduce a un aumento no deseado de los procedimientos de operación. El número de partes de unión de fibra es preferentemente dos o, como se muestra en la Figura 3, tres o cuatro.

5 Las partes terminales 4a, 4b del haz FJB de fibras de unión, la parte terminal 5 del primer haz FB1 de fibras de precursor y la parte terminal 6 del segundo haz de fibras de precursor se cortan preferentemente de forma que se ubiquen aproximadamente de 1 a 5 cm a partir de las partes terminales de las partes A de unión de fibras. Los haces de fibras de precursor pueden sufrir contracción cuando experimentan tratamiento térmico en el horno oxidante.
10 Para evitar que la parte de fibras entrelazadas quede sin hacer, preferentemente se ajusta la posición de cada parte terminal, dejando aproximadamente 1 cm de punta sin procesar. Si es más larga de 5 cm, pueden surgir problemas tales como entremezclado de fibras en el interior del haz de fibras colindante durante la etapa de calcinación.

15 Es preferible que el haz de fibras de unión sea un haz de fibras de carbono que tenga una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K o menos, comprenda 3.000 o más filamentos, y también tenga un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de haz de fibras, que se describe posteriormente, de 20 o más.

20 Se puede modificar de forma apropiada el número de filamentos del haz de fibras de unión para cumplir con el número de filamentos del haz de fibras de precursor que se pretende entrelazar. Si el número de filamentos es menor que 3.000, no obstante, el haz de fibras de unión y el haz de fibras de precursor no se entrelazan de manera suficiente, lo que posiblemente conduce a la ruptura de los haces de fibras debido a la tensión provocada durante la etapa de calcinación. Un aumento del número de filamentos puede servir para una retirada eficaz del calor de reacción generado a partir de las fibras de precursor en el horno oxidante. Si aumenta excesivamente el número de filamentos y los haces de fibras se vuelven demasiado gruesos, no obstante, la parte de fibras entrelazadas del haz
25 de fibras de unión y el haz de fibras de precursor también se vuelve demasiado gruesos, lo que posiblemente conduce a problemas tales como el entremezclado de fibras en el interior del haz de fibras colindante durante el transcurso de la etapa de calcinación. De este modo, preferentemente el número de filamentos es de 100.00 o menos.

30 Si el haz de fibra de carbono usado como haz de fibras de unión tiene una conductividad térmica de menos de 3 W/m·K, el calor generado en las partes de unión de fibras durante el tratamiento oxidante no se libera de forma suficiente, es decir, no se desarrolla una capacidad suficiente de retirada de calor, lo que conduce a la ruptura de los haces de fibras debido a la acumulación de calor. Si la conductividad térmica del haz de fibra de carbono es de más de 700 W/m·K, el módulo elástico del haz de fibras es demasiado elevado y no se forma la parte unida de manera apropiada, produciéndose de este modo la cancelación de la capacidad elevada de retirada de calor. Más
35 preferentemente, la conductividad térmica del haz de fibra de carbono es de 7 a 50 W/m·K.

La conductividad térmica se calcula por medio de la siguiente ecuación 1, basada en la difusión térmica, densidad y calor específico del haz de fibras.

40
$$\lambda = \alpha \rho C_p \quad \text{(Ecuación 1)}$$

λ : conductividad térmica (W/(m·k))
 α : difusión térmica (m²/s)

45 La difusión térmica se calcula de acuerdo con el método de luz/corriente alterna descrito en el siguiente documento: T. Yamane, S. Katayama, M. Todoki y I. Hatta, J. Appl. Phys., 80 (1996) 4385.

ρ : densidad (kg/m³)

50 La densidad se calcula por medio de la siguiente ecuación 2, basada en el peso W_1 (kg) de la muestra en aire, y el peso W_2 (kg) de la muestra sumergida en un líquido que tiene una densidad de ρ_L .

$$\rho = W_1 \rho_L / (W_1 - W_2) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

55 C_p : calor específico (J/kg·K))

El calor específico se determina por medio de DSC (calorimetría de barrido diferencial) a una temperatura de medición de 25 °C de acuerdo con JIS-R1672. El equipo DSC usado debería ser funcionalmente equivalente a Perkin-Elmer DSC-7. Se puede usar zafiro (α -Al₂O₃) y recipientes de aluminio como materiales patrón.

60 Se tomó la media de dos mediciones para la difusión de calor y el calor específico de las muestras de haz de fibras, y se tomó la media de seis mediciones para la densidad.

65 Si el valor de drapeado del haz de fibras de unión es de más de 15 cm, el haz de fibras es demasiado rígido, y las fibras múltiples del haz de fibras de unión no se dispersan de forma apropiada durante la etapa de entrelazado de

fibras usando un fluido presurizado, produciéndose el fallo a la hora de lograr el entrelazado de fibras uniforme entre las fibras múltiples del primer haz de fibras de precursor y las fibras múltiples en el haz de fibras de unión. De este modo, preferentemente el valor de drapeado del haz de fibras de unión es de 10 cm o menos, más preferentemente de 8 cm o menos.

5 El valor de drapeado representa la rigidez del haz de fibras. Un haz de fibras que tenga un valor de drapeado más pequeño es referido como más blando y pequeño en cuanto a capacidad para mantener su forma. Preferentemente, el límite inferior del valor de drapeado del haz de fibras de unión es de 2 cm. Las fibras múltiples del haz de fibras se pueden entrelazar más fácilmente ya que las fibras se pueden dispersar de manera más suave y generalmente el haz de fibras es más blando. Si el valor de drapeado es menor de 2 cm, no obstante, el haz de fibras es demasiado blando y difícil de manipular. Además, debido a que las fibras múltiples tienden a dispersarse de forma excesiva, los filamentos que no funcionan de manera eficaz para la retirada de calor, se rompen fácilmente cuando se unen con el haz de fibras de precursor, y la resistencia a la tracción se vuelve demasiado pequeña para resistir la tensión durante el proceso. De este modo, preferentemente el valor de drapeado es de 2 cm o más.

15 Muchos medios se encuentran disponibles para controlar el valor de drapeado, pero normalmente, se puede controlar por medio de la modificación de la cantidad de agente encolante añadido al haz de fibras de unión. El valor de drapeado aumenta a medida que aumenta la cantidad de agente encolante añadido, al tiempo que disminuye a medida que ésta cantidad disminuye. De este modo, se puede ajustar el valor de drapeado del haz de fibras de unión hasta un valor apropiado.

25 El método de medición del valor de drapeado se describe a continuación con referencia a las Figuras 9 a 11. En primer lugar, se corta una muestra para la medición que tiene una longitud SL de aproximadamente 50 cm, a partir del haz de fibras de unión (haz de fibra de carbono) para preparar una muestra para la medición. La Figura 9 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de preparación de muestras de ensayo para preparar una muestra de ensayo para medir el valor de drapeado. En la Figura 9, la parte superior del aparato 90 de preparación de muestras de ensayo tiene una parte 91 de fijación de muestra que sujeta el extremo superior de la muestra de ensayo. El extremo superior de la muestra de ensayo 92 queda fijado a la parte 91 de fijación de muestra de manera que la muestra de ensayo 92 cuelga hacia abajo.

30 Posteriormente, se fija el peso 93 al extremo inferior de la muestra de ensayo 92 de manera que se aplica una tensión de 0,0375 g/tex a la muestra de ensayo 92. Posteriormente, se mantiene una atmósfera de una temperatura de 23 °C y una humedad de 60 % en el interior del aparato 90 de preparación de muestra. Se deja la muestra de ensayo 92 en reposo en esta atmósfera durante 30 minutos o más. Posteriormente, se saca la muestra de ensayo 91 fuera del aparato 90 de preparación de muestra de ensayo. Se retiran los extremos superior e inferior de la muestra de ensayo 91 resultante para preparar una pieza de ensayo que tiene una longitud TL de 30 cm.

40 La Figura 10 muestra una vista lateral esquemática de un aparato de medición de valor de drapeado para medir el valor de drapeado de una pieza de ensayo cortada a partir de la muestra de ensayo preparada en la Figura 9. En la Figura 10, el aparato 100 de medición de valor de drapeado comprende un pilar cuadrado 102 fijado en sentido vertical sobre la cara superior de una base 101, y una placa plana 103 que se puede unir a la cara superior del pilar cuadrado 102 de manera que se extiende en la dirección perpendicular a la cara lateral vertical del pilar cuadrado 102.

45 En el aparato 100 de medición de valor de drapeado, se fija un extremo de la pieza de ensayo TP preparada anteriormente a la cara superior del pilar cuadrado 102, y se coloca la pieza de ensayo TP sobre la cara superior de la placa plana 103. De este modo, se fija la pieza de ensayo TP de manera tipo-voladizo para que se mantenga paralela a la cara superior de la base 101 en lugar de colgar hacia abajo. Se usa una parte terminal de 5 cm de largo de la pieza de ensayo TP para fijar la cara superior del pilar cuadrado 102, y la longitud DL de la parte que sobresale desde la cara lateral vertical del pilar cuadrado 102 es de 25 cm.

50 Cuando se ha fijado la pieza de ensayo TP al aparato 100 de medición de valor de drapeado, se retira rápidamente la placa plana 103 del pilar cuadrado 102. Una vez que ya no está soportada por la placa plana 103, se saca la pieza de ensayo TP por gravedad y cuelga hacia abajo como se muestra en la Figura 11. Un segundo después de retirar la placa plana 103 para provocar que la pieza de ensayo TP cuelgue hacia abajo, se mide la distancia horizontal Ld (cm) entre la punta (extremo libre) de la pieza de ensayo 103 y la cara lateral vertical del pilar cuadrado 102, para proporcionar el valor de drapeado.

60 Para la parte de haz de fibras superpuestas del primer haz de fibras de precursor y el haz de fibras de unión y la parte de haz de fibras superpuestas del segundo haz de fibras de precursor y el haz de fibras de unión, la planicidad del haz de fibras de unión (haz de fibra de carbono) es preferentemente 20 o más para mantener un entrelazado uniforme entre las fibras en ambas partes del haz de fibras superpuestas. Si la planicidad es menor de 20, el haz de fibras de unión es fino, y las fibras múltiples del haz de fibras de unión se desenredan de manera uniforme por medio del fluido durante la etapa de entrelazado. Además, puede conducir a una disminución de la resistencia de tracción en la parte de unión de fibras y a una disminución de la temperatura de ruptura de hilos en la etapa de calcinación.

65

El límite superior de la planicidad es de aproximadamente 200, y si es más de 200, el haz de fibras será demasiado ancho, y puede tener lugar un entrelazado no uniforme de forma sencilla en la parte donde las fibras del primer haz de fibras de precursor y las del haz de fibras de unión se entrelazan y en la parte donde las fibras del segundo haz de fibras de precursor y las del haz de fibras de unión se entrelazan, lo que conduce a una disminución de la resistencia a la tracción de la parte de unión de fibras durante la etapa de calcinación.

La planicidad del haz de fibras de unión (haz de fibra de carbono) se define como la anchura W del haz de fibras de unión con respecto al espesor T del haz e fibras de unión, es decir, W/T.

La anchura W (mm) del haz de fibras de unión se define como el tamaño dimensional-anchura del haz de fibras de unión colocado de manera estacionaria sobre una tabla lisa de medición, y el tamaño de la dirección de anchura se mide directamente con una regla.

El espesor T (mm) del haz de fibras de unión se calcula a partir de la ecuación 3 y la ecuación 4 en base a la finura Y (g/m) de cada filamento de los filamentos múltiples del haz de fibras de unión, su densidad ρ (kg/m³), el número F de filamentos presentes en el haz de fibras de unión, y la anchura W (mm) del haz de fibras de unión.

$$D \text{ (mm)} = \sqrt{(4 \times Y \times 10^3 / (\pi \times \rho))} \quad \text{(Ecuación 3)}$$

$$T \text{ (mm)} = F \times D^2 / W \quad \text{(Ecuación 4)}$$

Es preferible que la finura del haz de fibras sea de 0,3 a 3,0 veces la del primer haz de fibras de precursor y la del segundo precursor de haz de fibras. Si es menor de 0,2 veces, se forman regiones de entrelazado de fibras defectuoso donde las fibras del haz de fibras de unión no están entrelazadas, en la primera parte de haz de fibras de precursor y la segunda parte de haz de fibras de precursor. Si es más de 3,0 veces, tiende a producirse entrelazado defectuoso en la parte de haz de fibras de unión, dejando fibras que no están enredadas con las del primer haz de fibras de precursor y el segundo haz de fibras de precursor.

La finura del haz de fibras de unión es de 0,3 a 1,2 veces, todavía más preferentemente de 0,4 a 0,8 veces, la del primer haz de fibras de precursor y la del segundo haz de fibras de precursor. Independientemente de si la finura del primer haz de fibras de precursor y la del segundo son idénticas o diferentes, si la finura del primer haz de fibras de precursor está dentro del intervalo de finura preferido anteriormente mencionado, los haces de fibras que tienen dicha parte de unión de fibras formadas por ellos pueden pasar la etapa de calcinación de forma suave, y es posible calcar estos haces de fibras de forma continua. De este modo, se hace posible la producción continua de haces de fibra de carbono.

Es preferible que la parte de haz de fibras entre un haz de fibras de precursor y un haz de fibra de carbono tenga una resistencia a la tracción de 20 g/tex o más en una atmósfera de temperatura normal. La temperatura normal está comúnmente alrededor de la temperatura del entorno de trabajo para la operación de la unión del haz de fibras de precursor y el haz de fibra de carbono, que está alrededor de la temperatura del aire exterior, específicamente de 20 a 30 °C. Es preferible que la parte de unión mantenga una resistencia de tracción de 20 g/tex o más a cualquier temperatura en este intervalo de temperatura. Es más preferible que la parte de unión mantenga una resistencia de tracción de 20 g/tex o más a cualquiera temperatura en el intervalo de temperatura de aproximadamente 5 °C a 50 °C.

Si la resistencia a la tracción de la parte de unión es menor que 20 g/tex a cierta temperatura en el intervalo de temperatura anterior, la parte de unión no es capaz de resistir la tensión y sufrirá ruptura en la etapa de calcinación. La resistencia a la tracción de la parte de unión debería preferentemente ser tan elevada como resulte posible a la vista de la suavidad a la hora de pasar a través de la etapa de calcinación. No obstante, los filamentos del haz de fibras de precursor, y a su vez los del haz de fibra de carbono, se pueden romper a medida que aumenta la resistencia a la tracción en gran medida para fortalecer el entrelazado de filamentos. De este modo, una resistencia de tracción de aproximadamente 50 g/tex es suficientemente elevada para la parte de unión.

Para determinar la resistencia de tracción, la parte terminal de los haces de fibras de precursor y la parte terminal del haz de fibra de carbono unidas juntas se sacan aparte, a una velocidad de tensión de 100 mm/min en una máquina de ensayo de tracción (aproximadamente equivalente a una máquina de ensayo de tracción Orientec RTC-1225A) para medir la resistencia de tracción máxima, que posteriormente se divide por la finura (tex) de cualquiera de los haces de fibras de precursor primero y segundo que se ha roto.

Si el haz de fibra de carbono usado como haz de fibras de unión cumple todos los requisitos de tener una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K, comprender 3.000 o más filamentos y tener un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más, el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras puede pasar de manera muy suave a través de la etapa de calcinación.

Un haz de fibra de carbono que tiene una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K y comprende 3.000 o más filamentos se puede producir por medio del control apropiado del número de filamentos en el haz de fibras de

precursor y las condiciones de calcinación que influyen sobre el grado de carbonización o formación de grafito.

Un procedimiento preferido para producir un haz de fibra de carbono que tiene un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más que se puede usar como haz de fibras de unión es, por ejemplo, como se describe a continuación. En primer lugar, se enrolla un haz de fibras de poliacrilonitrilo que se va a usar como fibra de precursor, que se produce por medio de rotación de un material de entrada de poliacrilonitrilo, en una bobina. Se saca el haz de fibras de poliacrilonitrilo de la bobina, se somete a un tratamiento oxidante al aire a 230 °C a 280 °C, y posteriormente se carboniza en un horno de carbonización controlado a temperaturas por debajo de 1.900 °C para producir un haz de fibra de carbono. Si fuese necesario, se puede calentar el haz de fibra de carbono resultante hasta una temperatura de 1.900 °C a 2.600 °C para producir un haz de fibras sometido a formación de grafito.

El haz de fibra de carbono resultante o el haz de fibras sometido a formación de grafito se trata con un agente encolante bajo una tensión de 1,5 a 6,0 g/tex, preferentemente de 2,0 a 5,5 g/tex, y posteriormente se comprime el haz de fibras contra un rodillo caliente controlado a una temperatura de 100 a 150 °C, para aplanarlo, seguido de secado y enrollado. Esta etapa produce un haz de fibra de carbono que tiene un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más. En este caso, no existen limitaciones particulares sobre el agente encolante a usar, con tal de que la cantidad de aplicación, el método de aplicación y la temperatura de secado se controlen de forma apropiada para mantener el valor de drapeado en el intervalo anteriormente mencionado.

Si se usa el haz de fibra de carbono que tiene dichas características como haz de fibras de unión, es posible retirar de forma eficaz el calor generado en el haz de fibras en el horno oxidante y en gran medida mejorar la productividad de la producción de fibra de carbono.

La presente invención se ilustra a continuación con más detalle con referencia a los ejemplos, pero debería entenderse que no se interpreta que la invención se encuentre limitada a los mismos.

En estos ejemplos, se llevaron a cabo los ensayos para medir la temperatura de horno pasable a la cual el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras no se rompe a medida que pasa a través un horno oxidante proporcionado en un proceso de producción de fibra de carbono, y la tensión de proceso pasable bajo la cual no se rompe a medida que pasa a través del proceso de producción donde se ajusta la temperatura del horno a 245 °C. Para proporcionar un indicador de la operabilidad, se llevaron a cabo ensayos para medir la tasa de paso por etapa en las condiciones de una temperatura de horno oxidante de 245 °C y una tensión de alimentación en el proceso de 5 kg/st.

En todos los ejemplos, se sometió la muestra de haz de fibras a un tratamiento oxidante durante 60 minutos en un horno de t oxidante. Se controló la temperatura del horno oxidante con incrementos de 1°C considerando la fluctuación en el control de temperatura. Se llevaron a cabo los ensayos para 20 muestras, y se usó el número de muestras que pasaron con éxito a través del proceso de producción para determinar la tasa de paso de proceso.

El haz de fibras de precursor usado en los ejemplos fue un haz de fibras de precursor basado en poliacrilonitrilo que comprendía 24.000 filamentos, presentando cada uno una finura de 1,0 dtex (0,9 denier). Los resultados de los ejemplos y ejemplos comparativos se presentan en la Tabla 1.

Ejemplo 1

Se superpusieron una parte terminal 5 de un primer haz FB1 de fibras de precursor y una parte terminal 6 de un segundo haz FB2 de fibras de precursor a lo largo de una longitud de 400 mm como el tamaño de una parte de fibras superpuestas. Se usó el aparato de unión de haz de fibras mostrado en la Figura 5 para unir los dos haces de fibras por medio de la formación de una parte de haz de fibras superpuestas. Se usaron tres dispositivos 51 de entrelazados de fibras para llevar a cabo esto. En cada dispositivo 51 de entrelazado de fibras, los orificios de chorro de fluido de la primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y la segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido tenían un diámetro de 1,5 mm, y el espaciado entre los orificios de chorro de fluido fue de 2,5 mm. La distancia (espaciador de serie de orificios) L entre las dos series de orificios de chorro de fluido 71 y 72 fue de 30 mm medida en la dirección longitudinal de los haces de fibras. Los haces de fibras primero y segundo FB1 y FB2 se relajaron un 9,0 % en el dispositivo 53 de relajación de haz de fibras usando una barra redonda.

Posteriormente, se aplicaron chorros de aire comprimido a una presión de 0,4 MPa durante 2 segundos a partir de los orificios de chorro de fluido. Esto produjo tres partes de unión de fibras en los haces de fibras. Cada una de las partes A de unión de fibras resultante tenía una parte B de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) y dos partes C de fibras entrelazadas. La longitud X de cada parte B de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) fue de 42 mm, y la anchura de la parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) fue de 1,6 veces la de los haces de fibras antes del desenredado. Cada una de las partes C de fibras entrelazadas tenía cuatro sub-partes enredadas D. Cada parte C de fibras enredadas tenía una longitud Y de 14 mm.

Por otra parte, se sometió el mismo haz de fibras de precursor pero libre de partes de unión de fibras, es decir un haz de fibras no procesado continuo, a un tratamiento oxidante en un horno oxidante.

La Tabla 1 muestra los resultados del tratamiento oxidante del haz de fibras no procesado continuo y los resultados del tratamiento oxidante del haz de fibras que tiene partes de unión de fibras preparadas en el Ejemplo 1. Se observó que en comparación con el haz de fibras no procesado continuo, la temperatura de horno pasable del horno oxidante fue de aproximadamente 10 °C más baja para el haz de fibras continuo que tenía las partes de unión de fibras preparadas en el Ejemplo 1, pero la disminución de temperatura no fue tan grande como para provocar una reducción significativa de la operabilidad. La tensión de proceso pasable fue de 7 kg/st, y la tasa de procesamiento fue de un 95 %, no siendo serios ninguno de los dos valores. También se confirmó que las partes de unión calcinadas mantuvieron una configuración de unión aplanada y uniforme. Esto sugiere que el entremezclado no tuvo lugar entre las fibras en los haces de fibras adyacentes que avanzan.

Ejemplo 2

Se prepararon el mismo primero haz FB1 de fibras de precursor y segundo haz FB2 de fibras de precursor que en el Ejemplo 1. De cualquier forma, se preparó un haz JFB de fibras de unión a partir de un haz de fibra de carbono que comprendía 24.000 filamentos y tenía una conductividad de 55 W/m·K. Se superpusieron los tres haces de fibras preparados en un estado que se muestra en la Figura 3. Tanto la parte superpuesta del primer precursor FB1 de haz de fibras de precursor como del haz JFB de fibra de carbono, y la parte superpuesta del segundo haz FB1 de fibras superpuestas y el haz JFB de fibra de carbono, tuvieron una longitud de 400 mm. La distancia entre el extremo del primer haz FB1 de fibras de precursor y el extremo del segundo haz FB2 de fibras de precursor fue de 500 mm.

Se usó el aparato de unión de haz de fibras mostrado en la Figura 5 para unir el primer haz FB1 de fibras de precursor y el haz JFB de fibra de carbono y unir el segundo haz FB1 de fibras de precursor y el haz JFB de fibra de carbono en la parte de haz de fibras superpuestas. En este caso, se usaron los mismos tres dispositivos 51 de entrelazado de fibras que en el Ejemplo 1. Como en el Ejemplo 1, se relajaron los haces de fibras superpuestas un 9,0 % en el aparato 53 de relajación de fibras usando una barra redonda.

Posteriormente, como en el Ejemplo 1, se aplicaron chorros de aire comprimido a una temperatura de 0,4 MPa durante 2 segundos a partir de los orificios de chorro de fluido. Esto produjo tres partes de unión de fibras en el primer haz de fibras FB1 y el haz JFB de fibra de carbono y otras tres partes de unión de fibras entre el segundo haz de fibras FB2 y el haz JFB de fibra de carbono. Cada una de las partes A de unión de fibras resultante tenía una parte B de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) y dos partes C de fibras entrelazadas. La longitud X de cada parte B de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) fue de 42 mm, y la anchura de la parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) fue de 1,6 veces la de los haces de fibras antes del desenredado. Cada una de las partes C de fibras entrelazadas tenía cuatro sub-partes enredadas D. Cada parte C de fibras enredadas tenía una longitud Y de 14 mm. En este caso, el haz de fibra de carbono ubicado en la sección entre el extremo del primer haz FB1 de fibras de precursor y el extremo del segundo haz FB2 de fibras de precursor no recibió chorros de aire comprimido.

La Tabla 1 muestra los resultados de un tratamiento oxidante de los haces de fibras continuos que tienen partes de unión de fibras que contienen un haz de fibras de unión (haz de fibras de carbono) preparado en este Ejemplo. Este haz de fibras continuo mostró una temperatura de horno pasable para el horno oxidante que fue casi igual a la del haz de fibras no procesado continuo. Por consiguiente, las partes de unión fueron capaces de pasar el horno oxidante sin disminuir la temperatura del horno. La tensión de proceso pasable fue de 7 kg/st, indicando que se mantuvo una resistencia de unión suficiente entre las fibras en las partes de unión, y la tasa de paso de proceso fue tan elevada como un 100 %. Tras pasar el proceso, las partes de unión estaban en buenas condiciones.

Ejemplo Comparativo 1

Se superpusieron los mismos primer haz de fibras FB1 y el segundo haz de fibras FB2 que en el Ejemplo 1. Se sometieron los haces de fibras superpuestos al aparato de unión de haz de fibras mostrado en la Figura 5 para unir los dos haces de fibras en una parte de haz de fibras superpuestas. En este caso, se usaron tres aparatos 51 de entrelazado de fibras. Se usó una serie de orificios de chorro de fluido en cada dispositivo 51 de entrelazado de fibras. Los orificios de chorro de fluido tenían un diámetro de 3,0 mm y el espaciado entre los orificios de chorro de fluido fue de 6,0 mm. Se relajaron los haces de fibras FB1 y FB2 primero y segundo un 7,0 % en el dispositivo 53 de relajación de haz de fibras usando una barra redonda.

Posteriormente, se aplicaron chorros de aire comprimido a una presión de 0,4 MPa durante 2 segundos a partir de los orificios de chorro de fluido. Esto produjo tres partes de unión de fibras en los haces de fibras. En cada una de las partes de unión de fibras resultante, no hubo parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) y se formó una parte de fibras entrelazadas. Las partes de fibras entrelazadas presentaron dos sub-partes entrelazadas. La parte de fibras entrelazadas tuvo una longitud Y de 5 mm.

El haz de fibras continuo que tiene partes de unión de fibras preparadas en este Ejemplo Comparativo se puede someter fácilmente a combustión en el horno oxidante ya que no se puede retirar eficazmente de la parte de unión. Por consiguiente, la temperatura de horno pasable en el horno oxidante fue tan elevada como 240 °C, y como se observa en la Tabla 1, la temperatura de horno pasable en el horno oxidante fue significativamente menor que la del

haz de fibras no procesado continuo. Las condiciones de entrelazado de fibras variaron en gran medida en cada sub-parte entrelazada, dando como resultado una tensión de proceso pasable baja de 5 kg/st y una tasa de paso de proceso no deseada de un 80 %.

5

Tabla 1

	Parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico)	Haz de fibras de unión	Temperatura de horno pasable (° C)	Tensión de proceso pasable a 245 °C o por debajo (kg/st)	Tasa de paso de proceso (%)
Haz de fibras no procesado continuo	-	-	258	8	-
Ejemplo 1	Existente		250	7	95
Ejemplo 2	Existente	Haz de fibra de carbono	258	7	100
Ejemplo Comparativo 1	Ausente		240	5	80

Las condiciones adoptadas en los ejemplos descritos a continuación son bastante diferentes de las de los ejemplos anteriores.

10 Como requisito para el horno oxidante, se alimentó aire en el horno a un caudal de 1,0 ml/s en la dirección perpendicular a la dirección de avance del haz de fibras de precursor de manera que se aplicaría una tensión de 1,5 g/tex al haz de fibras que avanza en el horno. Se midió el límite superior del intervalo de temperatura donde la parte de unión de fibras fue capaz de pasar a través del horno oxidante.

15 El haz de fibras de precursor usado comprendió virtualmente fibras múltiples no retorcidas, y cada fibra individual (es decir, cada filamento) tenía una finura de 1,1 dtex. Específicamente, fue un haz de fibras de precursor basado en poliacrilonitrilo que comprendía 24.000 filamentos. La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en cada ejemplo.

Ejemplo 3

20

Se unieron una parte terminal de un primer haz FB1 de fibras de precursor y una parte terminal de un segundo haz FB2 de fibras de precursor, opuestas una a otra, con un espaciado, por medio de un haz JFB de fibras de unión, que era un haz de fibra de carbono que comprendía 48.000, 24.000 ó 12.000 filamentos para preparar muestras de haz de fibras que contenían una parte de unión de fibra. En la unión de los haces de fibras superpuestas, en primer lugar se superpusieron los haces de fibras, y se relajaron un 9,0 % en su dirección longitudinal, y posteriormente se usaron dispositivos 51 de entrelazado de fibras para unir haces de fibras en la parte superpuesta. Cada dispositivo 51 de entrelazado de fibras tenía una primera serie 71 de orificios de chorro de fluido y una segunda serie 72 de orificios de chorro de fluido. A partir de los orificios de chorro de fluido a intervalos para formar cada serie de orificios de chorro de fluido, se emitieron chorros de aire comprimido a una presión de 0,4 MPa durante dos segundos para entrelazar las fibras múltiples en cada haz de fibras en la parte superpuesta. Esto produjo un haz 3 de fibras que contenía una parte de unión de fibras, mostrado en la Figura 3, que tenía tres partes A de unión de fibras en cada parte superpuesta. Cada parte A de unión de fibras comprendía dos partes C de fibras entrelazadas separadas una de otras y una parte de fibras desenredadas (parte de radiador térmico) ubicada entre las dos partes C de fibras entrelazadas.

35

Como se puede observar en la Tabla 2, para todas las muestras de haz de fibras de (a), (b) y (c), la temperatura de horno pasable para el horno oxidante disminuyó únicamente de 0 a 1 °C en comparación con el haz de fibras no procesado continuo usado en el Ejemplo de Referencia que carecía de una parte de unión para unir los haces de fibras. De este modo, hubo una pequeña disminución de la temperatura de horno pasable para la parte de unión que pasa a través del horno oxidante. Las muestras (a), (b) y (c) de haz de fibras que contienen la parte de unión se introdujeron en las otras etapas tras el horno oxidante, y se descubrió que ninguna de ellas se rompía debido al calor acumulado o la tensión del proceso ni en la etapa de oxidación ni tampoco en ninguna de las etapas posteriores incluyendo la etapa de calcinación, hasta que finalmente se capturaron los haces de fibras en una bobina montada sobre un dispositivo de enrollado. Por consiguiente, no se requirieron cambios en las condiciones de producción para la unión satisfactoria de la parte terminal frontal de un nuevo haz de fibras con la parte terminal de cola del haz de fibras previamente introducido en la etapa de calcinación, lo que condujo a una mejora significativa de la eficiencia de producción de fibra de carbono.

40

Ejemplo 4

50

En este ejemplo, se llevó a cabo la etapa de calcinación de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 (b) exceptuando que se usó el haz de fibra de carbono que se muestra en la Tabla 2 como haz de fibras de unión.

Como resultado de ello, se comprobó que la temperatura de horno pasable en el horno oxidante fue 3 °C más baja que en el Ejemplo de Referencia, y algunas fibras se rompieron por la tensión recibida en la etapa de carbonización, pero se confirmó que la muestra sirvió de manera suficiente para la producción de fibra de carbono.

5 Ejemplo 5

En este ejemplo, se llevó a cabo la calcinación de un haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3(a) exceptuando que se formó una parte de unión como se muestra en la Figura 2. Como resultado de ello, se comprobó que la temperatura de horno pasable en el horno oxidante fue de 4 °C más baja que en el Ejemplo de Referencia, y se rompieron algunas fibras por la tensión recibida en la etapa de carbonización, pero se confirmó que la muestra sirvió de manera suficiente para la producción de fibra de carbono.

Ejemplo 6

Se llevó a cabo la calcinación de un haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 exceptuando que se usó un haz de fibra de carbono como el que se muestra en la Tabla 2 como haz de fibras de unión y que la proporción de finura de los haces FB1 y FB2 de fibras de precursor con respecto al haz JFB de fibra de carbono se ajustó hasta un valor de 3,09. Como resultado de ello, se encontró que la temperatura del horno pasable en el horno oxidante fue de 5 °C más baja para ambos haces que en el Ejemplo de Referencia, y se rompieron algunas fibras en la etapa de carbonización, pero se confirmó que la muestra sirvió para la producción de fibra de carbono.

Ejemplo 7

Se llevó a cabo la calcinación de un haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 exceptuando que se usó un haz de fibra de carbono como el que se muestra en la Tabla 2 como haz de fibras de unión y que la proporción de finura de los haces FB1 y FB2 de fibras de precursor con respecto al haz JFB de fibra de carbono se ajustó hasta un valor de 0,15. Como resultado de ello, se encontró que la temperatura del horno pasable en el horno oxidante fue de 5 °C más baja para ambos haces que en el Ejemplo de Referencia, y se rompieron algunas fibras en la etapa de carbonización, pero se confirmó que la muestra sirvió para la producción de fibra de carbono.

Ejemplo 8

En este ejemplo, el valor de drapeado fue de 20 cm, que estaba fuera del intervalo de valor de drapeado preferido de 2 a 15 cm para el haz de fibra de carbono usado como haz de fibras de unión. Se llevó a cabo la calcinación del haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 (b) exceptuando que el haz de fibra de carbono tenía un valor de drapeado de 20 cm. Cuando el valor de drapeado es elevado, el haz de fibra de carbono es rígido, y sus fibras múltiples no se dispersan de forma apropiada. Por consiguiente, en comparación con el Ejemplo 3(b), las fibras fallaron en cuanto a lograr el entrelazado suficiente con las del haz de fibras de precursor, y la resistencia a la tracción de la parte de unión fue baja. Como resultado de ello, el límite superior del intervalo de temperatura pasable en el horno oxidante fue de 253 °C.

Ejemplo 9

En este ejemplo, el valor de drapeado fue de 1 cm, que estaba fuera del intervalo de valor de drapeado preferido de 2 a 15 cm para el haz de fibra de carbono usado como haz de fibras de unión. Se llevó a cabo la calcinación de un haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3(b) exceptuando que el haz de fibra de carbono tenía un valor de drapeado de 1 cm. Como resultado de ello, debido a que la fibra de carbono usada como haz de fibra de unión tenía un valor de drapeado bajo, se desenredó el haz de fibras de manera excesiva, y se deterioró su capacidad de manipulación, lo que condujo a un incremento del tiempo necesario para la operación. El límite superior del intervalo de temperatura pasable del horno oxidante fue de 254 °C, indicando que su disminución no fue significativa.

55 Ejemplo 10

En este ejemplo, la planicidad fue de 14, que estaba fuera del intervalo de planicidad preferido de 20 o más para el haz de fibra de carbono usado como haz de fibras de unión. Se llevó a cabo la calcinación del haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3(b) exceptuando que el haz de fibra de carbono tenía una planicidad de 14. Por consiguiente, como en el Ejemplo 8, las fibras múltiples del haz de fibra de carbono no se dispersaron de forma apropiada. Por consiguiente, en comparación con el Ejemplo 3 (b), las fibras fallaron a la hora de lograr un entrelazado suficiente con las del haz de fibras de precursor, y la resistencia a la tracción de la parte de unión fue baja. Como resultado, el límite superior del intervalo de temperatura pasable en el horno oxidante fue de 253 °C.

65

Ejemplo 11

En este Ejemplo, la conductividad térmica fue de 1 W/m·K, que estaba fuera del intervalo preferido de conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K para los haces de fibras de unión. Se llevó a cabo la calcinación de un haz de fibras de acuerdo con el mismo procedimiento que en el Ejemplo 3 exceptuando que se usó un haz de fibras oxidante que comprendía 24.000 filamentos como haz de fibras de unión que tenía una conductividad térmica de 1 W/m·K. Debido a que la conductividad térmica del haz de fibras de unión fue baja, no se radió calor suficiente desde la parte de unión en el horno oxidante, lo que condujo a una ruptura fácil del hilo debido a la acumulación de calor. Como resultado, el límite superior del intervalo de temperatura pasable en el horno oxidante fue de 252 °C.

Tabla 2

	Haz de fibras de precursor 1° y 2°	Haz de fibras de unión				
	Número de filamentos	Número de filamentos	Valor de drapeado	Conductividad térmica	Planicidad	Proporción de finura
	número	número	cm	W/m·K	-	-
Ejemplo de Referencia	24.000	sin parte de unión de fibras				
Ejemplo 3(a)	24.000	48.000	8	10	52	1,24
Ejemplo 3(b)	24.000	24.000	8	10	62	0,62
Ejemplo 3(c)	24.000	12.000	7	10	70	0,30
Ejemplo 4	24.000	24.000	8	7	63	0,38
Ejemplo 5	24.000	48.000	8	10	52	1,24
Ejemplo 6	24.000	120.000	8	10	48	3,09
Ejemplo 7	24.000	6.000	8	10	72	0,15
Ejemplo 8	24.000	24.000	20	10	69	0,62
Ejemplo 9	24.000	24.000	1	10	62	0,62
Ejemplo 10	24.000	24.000	13	10	14	0,62
Ejemplo 11	24.000	24.000	9	1	86	0,83
	Parte de unión de fibras			Etapa de oxidación	Etapa de carbonización	
	Resistencia a la tracción	Número de partes de unión	Número de sub-partes entrelazadas	Límite superior de temperatura pasable	Condiciones de paso del horno	
	g/tex	número	número	° C	%	
Ejemplo de Referencia	sin parte de unión de fibras			260	Excelentes	
Ejemplo 3(a)	35	4	4	259	Excelentes	
Ejemplo 3(b)	35	4	4	260	Excelentes	
Ejemplo 3(c)	26	4	4	259	Excelentes	
Ejemplo 4	33	4	3	257	Buenas	
Ejemplo 5	24	1	3	256	Buenas	
Ejemplo 6	35	4	5	255	Buenas	
Ejemplo 7	20	4	5	255	Buenas	
Ejemplo 8	13	4	2	253	Buenas	
Ejemplo 9	14	4	3	254	Buenas	
Ejemplo 10	15	4	3	253	Buenas	
Ejemplo 11	18	4	3	252	Buenas	

Susceptibilidad de aplicación industrial

15 Cuando se somete a calcinación continua en una etapa de calcinación un haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención no sufre ruptura del haz de fibras o deslizamiento de las fibras del haz de fibras fuera del haz durante la etapa de calcinación, lo que sirve para evitar la acumulación de calor en la parte de unión de fibras y lograr de manera eficaz la retirada de calor de la parte de unión de fibras. Por consiguiente, el haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras de acuerdo con la invención se puede hacer pasar a través de la

etapa de calcinación a una temperatura que no sea significativamente más baja que las temperaturas de los hornos de las etapas de calcinación comúnmente usadas para los haces de fibras que no contienen partes de unión de fibras o para las partes diferentes de las partes de unión de fibras de los haces de fibras que contienen la parte de unión de fibras, lo que permite la producción de fibras calcinadas, tales como fibra de carbono, de forma continua durante la implementación prolongada de una etapa de calcinación con elevada eficacia de operación. Como resultado de ello, se puede mejorar en gran medida la productividad de las fibras calcinadas, tales como fibra de carbono.

Listado de citas de referencia

- 10 1: Has de fibras que contiene la parte de unión de fibras
- 2: Haz de fibras que contiene la parte de unión de fibras
- 3: Has de fibras que contiene la parte de unión de fibras
- 4a: una parte terminal
- 15 4b: la otra parte terminal
- 5: parte terminal (parte terminal de cola)
- 6: parte terminal (parte terminal frontal)
- 50: aparato de unión de haz de fibras
- 51: dispositivo de entrelazado de fibras
- 20 51a: dispositivo superior de entrelazado de fibras
- 51b: dispositivo inferior de entrelazado de fibras
- 52: dispositivo de fijación de haz de fibras
- 53: dispositivo de relajación de haz de fibras
- 71: primera serie de orificios de chorro de fluido
- 25 72: segunda serie de orificios de chorro de fluido
- 90: aparato de preparación de muestra de ensayo de propiedad de drapeado
- 91: aparato de fijación de muestra
- 92: muestra de ensayo
- 93: peso
- 30 100: aparato de medición de valor de drapeado
- 101: base
- 102: pilar cuadrado
- 103: placa lisa
- A: parte de unión de fibras
- 35 B: parte desenredada de fibras
- C: parte entrelazada de fibras
- D: sub-parte entrelazada
- DL: longitud de la parte de una pieza de ensayo de valor de drapeado que sobresale del pilar cuadrado
- FB1: primer haz de fibras
- 40 FB2: segundo haz de fibras
- FC: cámara de fluido presurizado
- FS: conducto de suministro de fluido presurizado
- H: calor
- HD: diámetro del orificio de chorro de fluido
- 45 HR: radiación térmica
- JFB: haz de fibras de unión (haz de fibras de carbono)
- L: longitud de haz de fibras entre dos series de orificios de chorro adyacentes medida en la dirección longitudinal (espaciado entre las dos series de orificios)
- Ld: valor de drapeado (distancia)
- 50 P: espaciado entre los orificios de chorro de fluido
- SL: longitud de la muestra de ensayo de valor de drapeado
- TL: longitud de la pieza de ensayo de valor de drapeado
- TP: pieza de ensayo de valor de drapeado
- X: longitud de la parte de fibras desenredadas en la dirección longitudinal de los haces de fibras
- 55 Y: longitud de la parte de fibras entrelazada en la dirección longitudinal de los haces de fibras

REIVINDICACIONES

1. Un haz de fibras que tiene una parte (A) de unión de fibras que comprende bien una parte de haz de fibras superpuestas en la cual una parte terminal (5) de un primer haz de fibras (FB1) de fibras múltiples y una parte terminal (6) de un segundo haz de fibras (FB2) de fibras múltiples se superponen o dos partes de haz de fibras superpuestas formadas en un haz (JFB) de fibras de unión donde una parte terminal (5) de un primer haz de fibras (FB1) de fibras múltiples y una parte terminal (6) de un segundo haz de fibras (FB2) de fibras múltiples se superponen respectivamente sobre dicho haz (JFB) de fibras de unión, donde dicha parte (A) de unión de fibras se forma en cada una de dichas partes de haz de fibras superpuestas y **caracterizado por que** dicha parte (A) de unión de fibras comprende dos o más partes (C, C) de fibras entrelazadas en las cuales dichas fibras se entrelazan y están ubicadas separadas unas de otras en la dirección longitudinal de los haces de fibras, y una parte (B) de fibras desenredadas donde dichas fibras están desenredadas y que está ubicada entre dichas dos o más partes (C, C) de fibras entrelazadas, y además, cada una de dichas partes (C, C) de fibras entrelazadas comprende dos o más subpartes entrelazadas (D) formadas por dichas fibras múltiples de un haz de fibras entrelazadas con dichas fibras múltiples del otro haz de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas y están ubicadas a intervalos en la dirección transversal de dichos haces de fibra, de manera que dichas dos o más partes (C, C) de fibras entrelazadas actúan para unir dichos haces de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas.
2. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 1, donde tanto dicho primer haz de fibras (FB1) y dicho segundo haz de fibras (FB2) son haces de fibras de precursor diseñados para la producción de fibra de carbono.
3. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 2, donde dicho haz (JFB) de fibras de unión tiene una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K.
4. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 3, donde dicho haz (JFB) de fibras de unión es un haz de fibras de carbono que tiene un valor de drapado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más.
5. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 4, donde la finura de dicho haz (JFB) de fibras de unión es de 0,2 a 3,0 veces la de dicho primer haz de fibras (FB1) y la de dicho segundo haz de fibras (FB2).
6. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 4, donde dicha parte de unión de fibras tiene una resistencia a la tracción de 20 g/tex o más a temperatura ambiente.
7. El haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 1, donde cada una de dichas partes (C, C) de fibras entrelazadas tiene una longitud de 8 a 30 mm en la dirección longitudinal de dicho haz de fibras, y dicha parte (B) de fibras desenredadas tiene una longitud de 30 a 100 mm en la dirección longitudinal de dicho haz de fibras.
8. Un método de producción de un haz de fibras que tiene una parte (A) de unión de fibras que comprende aplicar un fluido presurizado emitido desde un aparato (51) de entrelazado de fibras sobre cada una de las partes de haz de fibras superpuestas en un haz de fibras que tiene bien una parte de haz de fibras superpuestas donde una parte terminal (5) de un primer haz de fibras (FB1) de fibras múltiples y una parte terminal (6) de un segundo haz de fibras (FB2) de fibras múltiples se superponen o bien dos partes de haz de fibras superpuestas formadas en un haz (JFB) de fibras de unión donde una parte terminal (5) de un primer haz de fibras (FB1) de fibras múltiples y una parte terminal (6) de un segundo haz de fibras (FB2) de fibras múltiples se superponen respectivamente sobre dicho haz (JFB) de fibras de unión, de manera que dichas fibras se entrelazan unas con otras para unir dichos haces de fibras en dicha parte (A) de unión de fibras en cada una de dichas partes de haz de fibras superpuestas; donde dicho aparato (51) de entrelazado de fibras comprende un dispositivo (51a) superior de entrelazado de fibras y un dispositivo (51b) inferior de entrelazado de fibras ubicados en posición opuesta uno con respecto al otro, con un espacio entre ellos de manera que se proporciona una cámara de fluido (FC) entre una cara inferior de dicho dispositivo (51a) superior de entrelazado de fibras y una cara superior de dicho dispositivo (51b) inferior de entrelazado de fibras, donde cada uno de dicho dispositivo (51a) superior de entrelazado de fibras y dicho dispositivo (51b) inferior de entrelazado de fibras tiene una primera serie (71) de orificios de chorro de fluido que comprende una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una primera línea en la dirección transversal de dichos haces de fibras y una segunda serie (72) de orificios de chorro de fluido que comprende una pluralidad de orificios de chorro de fluido alineados a intervalos a lo largo de una segunda línea que es paralela a la primera línea y que está ubicada con un intervalo (L) en la dirección longitudinal de dichos haces de fibras con respecto a la primera línea, **caracterizado por que** dichos orificios de chorro de fluido de dicha primera serie (71) de orificios de chorro de fluido y dicha segunda serie (72) de orificios de chorro de fluido están alineados a intervalos de 1,7 a 4,5 mm, y trabaja para emitir chorros de fluido presurizado desde dicha pluralidad de orificios de chorro de fluido de dicha primera serie (71) de orificios de chorro de fluido y dicha pluralidad de orificios de chorro de fluido de dicha segunda serie (72) de orificios de chorro de fluido, de forma que el fluido presurizado emitido desde dichos orificios de chorro de fluido forma chorros finos de fluido presurizado que tienen una velocidad lineal elevada, y dichos orificios de chorro de fluido están ubicados para producir dos o más vórtices de fluido uniformes en dicha cámara de fluido (FC) para producir, en dicha parte (A) de unión de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas, dos o más partes (C, C) de fibras entrelazadas en las cuales dichas fibras están entrelazadas y están ubicadas separadas unas de otras en la dirección longitudinal de los haces de fibras y una parte (B) de fibras

- desenredadas en la cual dichas fibras están desenredadas y está ubicada entre dichas dos o más partes (C, C) de fibras entrelazadas, de tal forma que cada una de dichas partes (C, C) de fibras entrelazadas está formada por dos o más sub-partes entrelazadas (D) que están formadas por dichas fibras múltiples de un haz de fibras y dichas fibras múltiples del otro haz de fibras entrelazadas en dicha parte (A) de unión de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas y que están ubicadas a intervalos en la dirección transversal de dichos haces de fibras, de manera que dichos haces de fibras están unidos juntos en dicha parte (A) de unión de fibras en dicha parte de haz de fibras superpuestas.
- 5
9. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 8, donde tanto dicho primer haz de fibras (FB1) como dicho segundo haz de fibras (FB2) son un haz de fibras de precursor diseñado para la producción de fibra de carbono.
- 10
10. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 9, donde dicho haz (JFB) de fibras de unión tenía una conductividad térmica de 3 a 700 W/m·K.
- 15
11. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 10, donde dicho haz (JFB) de fibras de unión es un haz de fibra de carbono que tiene un valor de drapeado de 2 a 15 cm y una planicidad de 20 o más.
- 20
12. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 11, donde la finura de dicho haz (JFB) de fibras de unión es de 0,2 a 3,0 veces la de dicho primer haz de fibras (FB1) y la del dicho segundo haz de fibras (FB2).
- 25
13. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 11, donde dicha parte (JFB) de unión de fibras tiene una resistencia de tracción de 20 g/tex o más a temperatura ambiente.
14. El método de producción de un haz de fibras de acuerdo con la reivindicación 8, donde dicha primera línea y dicha segunda línea están separadas de 20 a 100 mm.
- 30
15. Un método de producción de fibra de carbono que comprende una etapa de hacer pasar un haz de fibras como el que se explica en la reivindicación 4 de forma continua a través de un horno oxidante y posteriormente un horno de carbonización para producir fibra de carbono.

Fig. 1

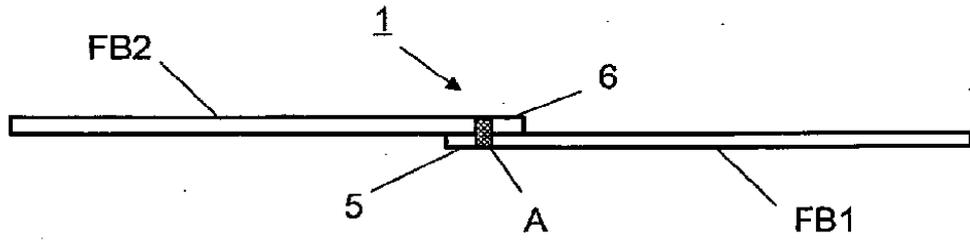


Fig. 2

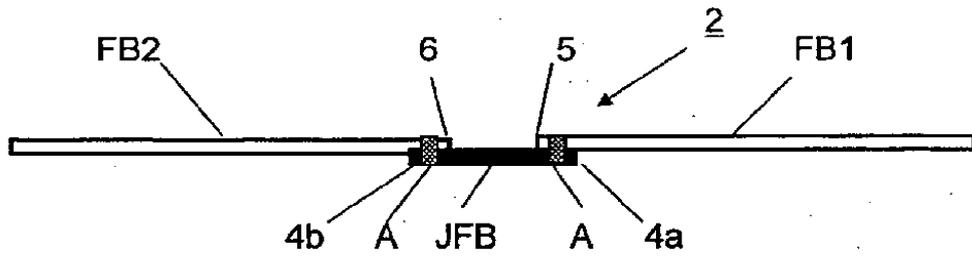


Fig. 3

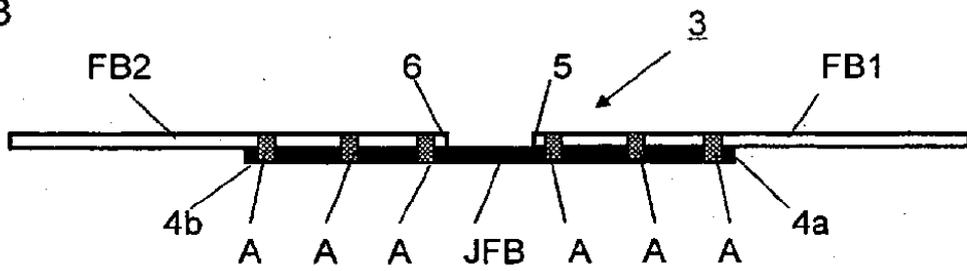


Fig. 4

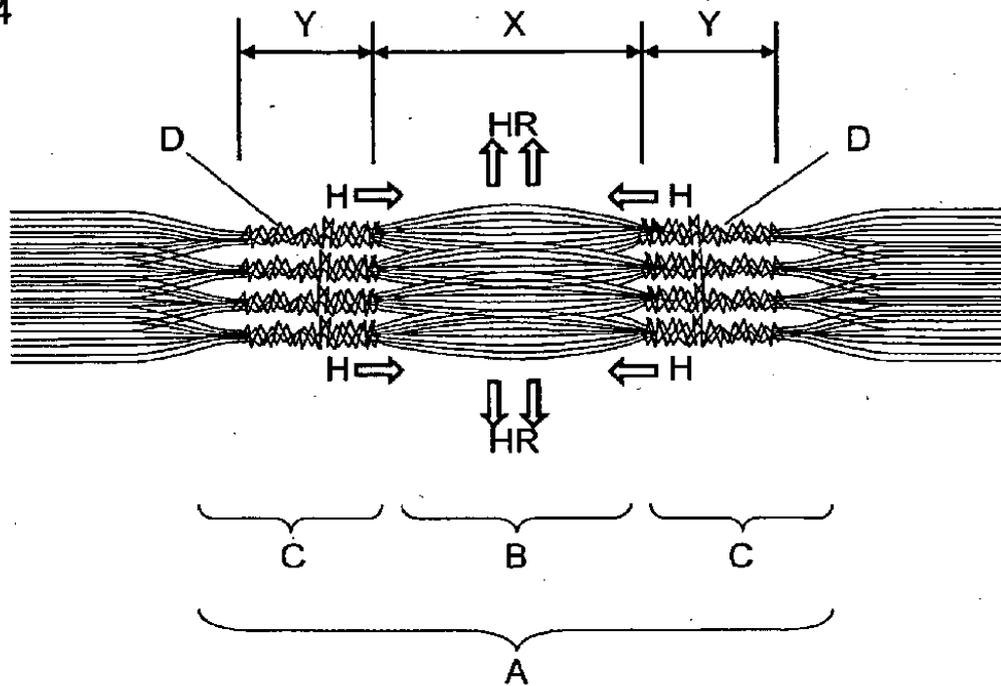


Fig. 5

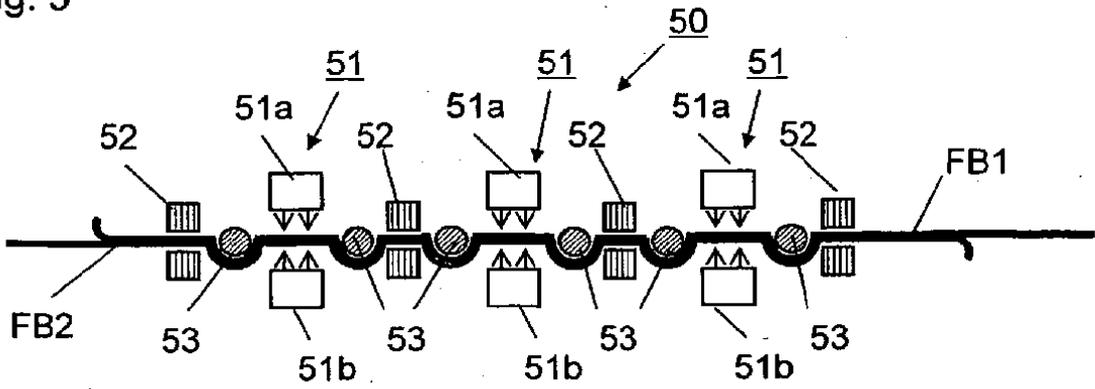


Fig. 6

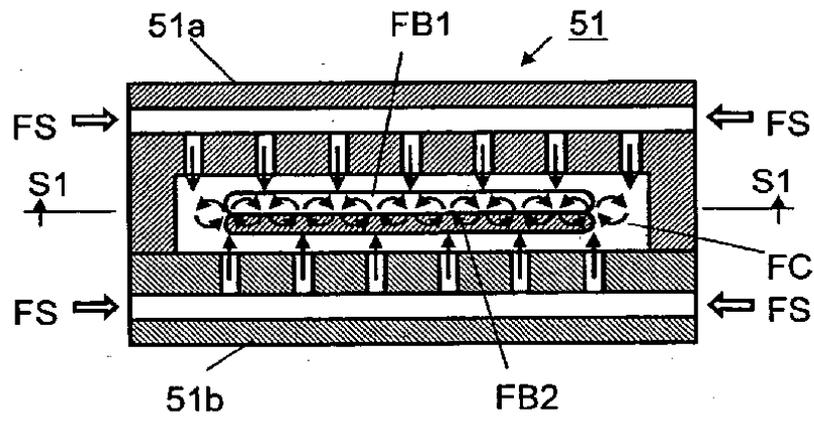


Fig. 7

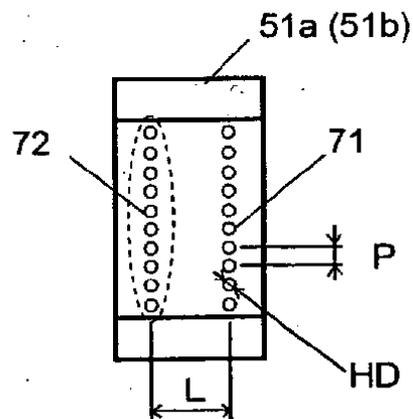


Fig. 8

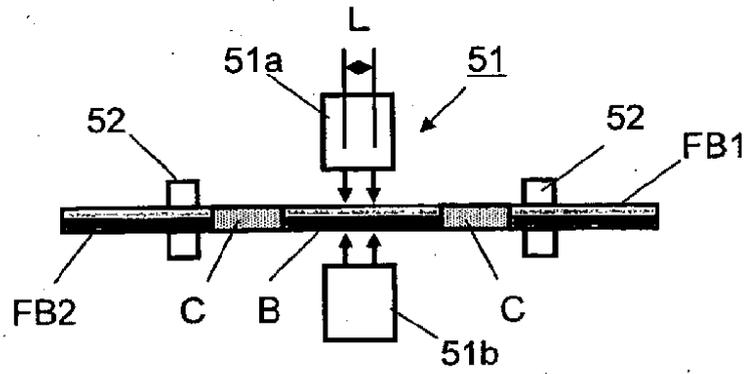


Fig. 9

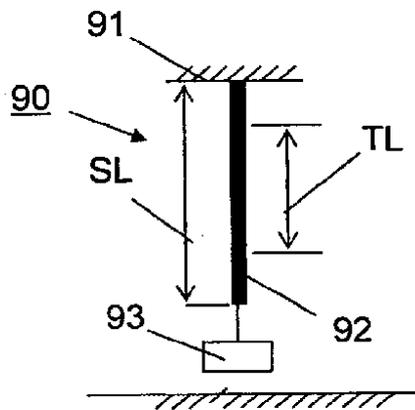


Fig. 10

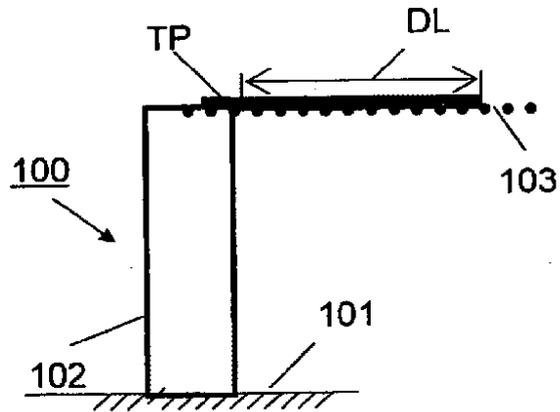


Fig. 11

