

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 125**

51 Int. Cl.:

B29B 15/12 (2006.01)

B65H 54/02 (2006.01)

B65H 55/04 (2006.01)

B29K 105/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2021 PCT/JP2021/001014**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.07.2021 WO21149578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2021 E 21744794 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2024 EP 4094914**

54 Título: **Método de fabricación de SMC**

30 Prioridad:

21.01.2020 WO PCT/JP2020/001851
18.03.2020 JP 2020047205

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.11.2024

73 Titular/es:

MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION (100.0%)
1-1, Marunouchi 1-chome,
Chiyoda-kuTokyo 100-8251, JP

72 Inventor/es:

MIZUTORI, YUKIHIRO;
KANEHAGI, JUNJI;
WATANABE, YASUSHI y
SAMEJIMA, TADAO

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 987 125 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de SMC

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a métodos de fabricación de un SMC (compuesto de moldeo de láminas), y particularmente se refiere a métodos de fabricación de un CF-SMC que es un SMC que usa fibra de carbono (CF).

10 **Antecedentes de la técnica**

En los últimos años, el CFRP (plástico reforzado con fibra de carbono), que es un material compuesto que comprende una fibra de carbono y una resina, se ha usado ampliamente para componentes de aviones, automóviles, barcos y otros vehículos de transporte, artículos deportivos y de ocio.

15 Cierta tipo de productos CFRP se moldean a partir del CF-SMC usando un método de moldeo por compresión.

El CF-SMC es un tipo de productos preimpregnados de fibra de carbono y tiene una estructura en la que una esterilla que comprende haces de fibras de carbono cortadas (también denominada "estopa de fibra de carbono cortada" o "hebra de fibra de carbono cortada") está impregnada con una composición de resina termoendurecible.

El CFRP tiene mayor resistencia cuando está reforzado con un haz de fibras de carbono que tiene un número de filamentos más pequeño. Por otro lado, el haz de fibras de carbono requiere un mayor coste de fabricación al tener un número de filamentos más pequeño (tamaño de estopa más pequeño) (documento de patente 1).

25 Se propone añadir una etapa de dividir parcialmente un haz de fibras de carbono continuas desenrollado de una portabobinas de trama antes de cortar a un método de fabricación de SMC en el que las etapas se realizan de manera continua desde el cortado del haz de fibras de carbono continuas hasta la impregnación de resina de una esterilla de fibras de carbono (documento de patente 2). El documento de patente 3 divulga un método de fabricación de un compuesto de moldeo de láminas, que comprende:(i) una etapa de extraer un haz de fibras de carbono continuas de un paquete, el haz de fibras continuas que tiene un número de filamentos de NK y dividido parcialmente en n subhaces de antemano; (ii) una etapa de cortar el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete con un cortador rotatorio para dar haces de fibras de carbono cortadas; y (iii) una etapa de depositar los haces de fibras de carbono cortadas sobre una película portadora que se desplaza por debajo del cortador rotatorio para formar una esterilla de fibras de carbono, en el que se realiza un procesamiento de fragmentación de modo que al menos algunos de los haces de fibras de carbono cortadas antes de depositarse sobre la película portadora se fragmentan al entrar en contacto con un cuerpo rotatorio.

40 **Lista de referencias**

Bibliografía de patentes

[Documento de patente 1]

45 Solicitud de patente estadounidense, publicación n.º 2012/0213997

[Documento de patente 2]

Publicación internacional PCT n.º WO2017/221655

50 [Documento de patente 3]

Publicación internacional PCT WO 2019/151076

55 **Sumario de la Invención**

Problema técnico

60 Se espera que un SMC que puede proporcionar un producto moldeado de CFRP de alta resistencia puede fabricarse a bajo coste usando una técnica de dividir parcialmente antes del uso de un haz de fibras de carbono continuas que tiene un número de filamentos grande clasificado como estopa regular o estopa grande.

Debido a que se requieren diversos ajustes en la etapa de dividir parcialmente el haz de fibras de carbono continuas, puede mejorarse la eficiencia total de fabricación cuando la etapa y las etapas posteriores se separan en la fabricación del SMC.

65

La presente invención se realiza en un proceso de estudios realizados por los presentes inventores, basándose en la idea descrita anteriormente, y tiene como objetivo principalmente proporcionar una mejora útil en una técnica de fabricación de CF-SMC que incluye un método de fabricación de CF-SMC de dividir parcialmente antes del uso del haz de fibras de carbono continuas.

5 En algunos casos, la presente memoria descriptiva puede divulgar explícita o implícitamente los problemas que pueden resolverse mediante cada realización de la presente invención.

Solución al problema

10 Un aspecto de la presente invención se refiere a métodos de fabricación de un compuesto de moldeo de láminas según el contenido de las reivindicaciones independientes 1 y 3. Realizaciones adicionales de la invención se divulgan en las reivindicaciones dependientes 2 y 4 a 15.

Efectos ventajosos de la invención

Según la presente invención, se proporciona una mejora útil en una técnica de fabricación de CF-SMC que incluye un método de fabricación de CF-SMC en el que una fibra de carbono continua está dividida parcialmente antes de su uso.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama esquemático de un aparato de fabricación de paquetes de fibras.

25 La figura 2A es un diagrama esquemático que representa un haz de fibras de carbono continuas inmediatamente después de dividirse parcialmente en cinco partes y es una vista en planta cuando se observa a partir de la dirección del grosor.

30 La figura 2B es un diagrama esquemático que representa el haz de fibras de carbono continuas inmediatamente después de dividirse parcialmente en cinco partes y es una vista en sección que representa una sección transversal perpendicular a la dirección de la fibra.

35 La figura 3 es un diagrama esquemático que representa una sección transversal perpendicular a la dirección de la fibra de un haz de fibras de carbono continuas enrollado en una bobina después de dividirse parcialmente en cinco partes.

La figura 4 es un diagrama esquemático de un aparato de fabricación de SMC.

40 La figura 5 es un diagrama esquemático de un cortador rotatorio.

La figura 6 es un diagrama esquemático de un aparato de procesamiento de fragmentación.

45 La figura 7 es un diagrama esquemático de un rodillo de pasadores dispuesto en el aparato de procesamiento de fragmentación.

La figura 8 representa una porción de un desarrollo en el plano de una superficie circunferencial de un rodillo de pasadores.

50 La figura 9 es un diagrama esquemático que representa una relación posicional y similar entre dos rodillos de pasadores proporcionado en un aparato de procesamiento de fragmentación.

La figura 10 es un histograma que representa una distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en una esterilla de fibras de carbono.

55 La figura 11 es un histograma que representa una distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en una esterilla de fibras de carbono.

La figura 12 es un histograma que representa una distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en una esterilla de fibras de carbono.

60 La figura 13 es un histograma que representa una distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en una esterilla de fibras de carbono.

65 La figura 14 es un histograma que representa una distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en una esterilla de fibras de carbono.

La figura 15 es una vista en planta que representa un haz de fibras de carbono continuas inmediatamente después de dividirse parcialmente en cinco partes.

5 La figura 16 es un diagrama esquemático de un paquete de fibras de tipo extremo cuadrado en el que un haz de fibras se enrolla transversalmente en una bobina cuando se observa desde una dirección perpendicular con respecto a un eje de rotación de la bobina.

10 La figura 17 es un diagrama esquemático que representa un ejemplo de un cuerpo rotatorio de un aparato de procesamiento de fragmentación.

Descripción de las realizaciones

1. Método de fabricación de SMC

15 Un SMC es un producto preimpregnado de fibras de carbono con forma de lámina que puede obtenerse impregnando una esterilla de fibras de carbono que comprende un haz de fibras de carbono cortadas con una composición de resina termoendurecible.

20 Una realización de la presente invención es un método de fabricación de SMC que incluye las siguientes etapas (i) a (iii).

(i) Una etapa de extraer un haz de fibras de carbono continuas de un paquete, teniendo el haz de fibras continuas un número de filamentos de NK y dividido parcialmente en n subhaces de antemano.

25 (ii) Una etapa de cortar el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete con un cortador rotatorio para dar haces de fibras de carbono cortadas.

30 (iii) Una etapa de depositar los haces de fibras de carbono cortadas sobre una película portadora que se desplaza por debajo del cortador rotatorio para formar una esterilla de fibras de carbono.

En el método de fabricación de SMC de la realización, se realiza adicionalmente procesamiento de fragmentación de modo que al menos algunos de los haces de fibras de carbono cortadas antes de depositarse sobre la película portadora se fragmentan al entrar en contacto con un cuerpo rotatorio.

35 Con respecto a una técnica para impregnar la esterilla de fibras de carbono formada a través de las etapas (i) a (iii) con una composición de resina termoendurecible y una técnica para espesar la composición de resina termoendurecible según sea necesario después de la impregnación, puede usarse de manera apropiada la técnica relacionada.

40 1.1. Haz de fibras de carbono continuas

En el método de fabricación de SMC de la realización, se usa un paquete del haz de fibras de carbono continuas preparado de antemano. El haz de fibras de carbono continuas tiene un número de filamentos de NK y está dividido parcialmente en n subhaces.

45 NK significa $N \times 1000$. Por ejemplo, un número de filamentos de un haz de fibras de carbono que comprende 3.000 filamentos individuales es 3K, y un número de filamentos de un haz de fibras de carbono que comprende 12.000 filamentos individuales es 12K.

50 N es habitualmente 12 o más, preferiblemente 15 o más, y puede ser, pero no se limita a, 18, 24, 36, 48 ó 50, por ejemplo.

55 El hecho de que un haz de fibras de carbono continuas este dividido parcialmente en n subhaces significa que el haz de fibras de carbono continuas está dividido parcialmente en n partes de subhaz. Cada uno de los n haces de fibras formados dividiéndolo en n partes se denomina un subhaz. En el haz de fibras de carbono continuas dividido parcialmente en n subhaces, los n subhaces están unidos entre sí.

60 El paquete del haz de fibras de carbono continuas dividido parcialmente puede fabricarse usando, pero sin limitarse a un aparato de fabricación de paquetes de fibras representado en un diagrama conceptual en la figura 1.

Haciendo referencia a la figura 1, un aparato 100 de fabricación de paquetes de fibras incluye una sección 110 de distribución, una sección 120 de división y una sección 130 de enrollamiento.

65 Un haz 10 de fibras de carbono continuas que sirve como material de partida y que tiene un número de filamentos de NK se extrae de una bobina de suministro B1.

ES 2 987 125 T3

El haz 10 de fibras de carbono continuas extraído de la bobina de suministro B1 antes de dividirse, en primer lugar se difunde en la sección 110 de distribución.

5 Una barra 111 de distribución proporcionada en la sección 110 de distribución puede calentarse y puede hacerse de manera recíproca en la dirección de la anchura del haz 10 de fibras de carbono continuas. Un mecanismo para lo mismo puede referirse a una técnica conocida.

10 Mientras que el haz 10 de fibras de carbono continuas tiene originalmente una forma plana, aumenta adicionalmente su anchura y disminuye adicionalmente su grosor frotándose contra la barra 111 de distribución. El grosor del haz 10 de fibras de carbono continuas después de pasar a través de la sección 110 de distribución no está limitado, pero puede ser normalmente de 0,05 a 0,2 mm.

15 Puede omitirse la sección 110 de distribución, cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas es suficientemente plano en una etapa cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se suministra desde la bobina de suministro B1. Por ejemplo, puede decirse que un haz de fibras de carbono que tiene una anchura de haz de 50 veces o más que un grosor promedio es suficientemente plano.

20 A continuación, el haz 10 de fibras de carbono continuas se alimenta a la sección 120 de división y se divide parcialmente en la misma.

La sección 120 de división está dotada de una cuchilla 121 rotatoria para formar una hendidura en el haz 10 de fibras de carbono continuas y una pluralidad de rodillos 123 estiradores para controlar la velocidad de desplazamiento del haz 10 de fibras de carbono continuas.

25 El eje de rotación de la cuchilla 121 rotatoria es paralelo a la dirección de la anchura del haz 10 de fibras de carbono continuas que se desplaza a lo largo de la dirección de la fibra. Una pluralidad de porciones 122 de cuchilla se proporcionan en un intervalo regular en la dirección circunferencial en una circunferencia exterior de la cuchilla 121 rotatoria de modo que se forman de manera intermitente hendiduras que tienen una longitud constante en un intervalo regular a lo largo de la dirección de la fibra del haz 10 de fibras de carbono continuas. La longitud de hendidura y la longitud de hueco entre las hendiduras puede controlarse ajustando la velocidad de desplazamiento del haz 10 de fibras de carbono continuas, la velocidad circunferencial de la cuchilla 121 rotatoria, y un intervalo entre las porciones 122 de cuchilla.

35 El haz 10 de fibras de carbono continuas se divide parcialmente en n partes debido a la formación intermitente de hendiduras a lo largo de la dirección de la fibra entre el número $(n-1)$ de las cuchillas 121 rotatorias alineadas en la dirección de la anchura.

40 El número n no está limitado a, pero es preferiblemente de 3 o más y más preferiblemente 5 o más y puede ser de 10 o más.

Como ejemplo, las figuras 2A y 2B representan el haz 10 de fibras de carbono continuas inmediatamente después de que las hendiduras que se extienden en la dirección de la fibra se forman de manera intermitente mediante cuatro cuchillas 121 rotatorias alineadas en la dirección de la anchura.

45 Por conveniencia, cuando en el haz 10 de fibras de carbono continuas, la dirección de la fibra (dirección longitudinal) se define como la dirección x , la dirección de la anchura se define como la dirección y , y la dirección del grosor se define como la dirección z , la figura 2A es una vista en planta cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se observa desde la dirección z y la figura 2B representa una sección transversal (sección transversal cuando se corta en un plano yz) perpendicular a la dirección x del haz 10 de fibras de carbono continuas.

50 Tal como se representa en la figura 2A, en el haz 10 de fibras de carbono continuas, se forman cuatro filas de hendiduras incluyendo una primera fila de hendiduras A_{S1} , una segunda fila de hendiduras A_{S2} , una tercera fila de hendiduras A_{S3} y una cuarta fila de hendiduras A_{S4} .

55 La primera fila de hendiduras A_{S1} comprende una pluralidad de primeras hendiduras $S1$ alineadas en la dirección x .

La segunda fila de hendiduras A_{S2} comprende una pluralidad de segundas hendiduras $S2$ alineadas en la dirección x .

60 La tercera fila de hendiduras A_{S3} comprende una pluralidad de terceras hendiduras $S3$ alineadas en la dirección x .

La cuarta fila de hendiduras A_{S4} comprende una pluralidad de cuartas hendiduras $S4$ alineadas en la dirección x .

65 Las cuatro filas de hendiduras se forman mediante diferentes cuchillas rotatorias y, por tanto, son diferentes entre sí en las posiciones en la dirección y .

ES 2 987 125 T3

La longitud de hendidura L_S y la longitud de hueco entre hendiduras L_G son constantes en cualquiera de las filas de hendiduras, y son comunes también entre diferentes filas de hendiduras.

5 La razón $L_S/(L_S+L_G)$ de la longitud de hendidura L_S con respecto a la suma de la longitud de hendidura L_S y la longitud de hueco entre hendiduras L_G es habitualmente del 90 % o mayor y preferiblemente del 95 % o mayor y puede ser del 99 % por ejemplo. Por tanto, tal como se representa en la figura 2B, el haz 10 de fibras de carbono continuas se divide en cinco subhaces 11 en la mayoría de las partes.

10 Las posiciones de la primera fila de hendiduras A_{S1} , la segunda fila de hendiduras A_{S2} , la tercera fila de hendiduras A_{S3} y la cuarta fila de hendiduras A_{S4} en la dirección y se ajustan de modo que las anchuras de los cinco subhaces 11 sean aproximadamente iguales. Por ejemplo, cuando el número de filamentos del haz 10 de fibras de carbono continuas es de 15K, el número de filamentos de cada uno de los subhaces 11 es de $3K \pm 0,5K$.

15 La longitud de hendidura L_S no está limitada, pero preferiblemente es más larga de 25 mm, más preferiblemente más larga de 50 mm, y mucho más preferiblemente más larga de 500 mm. El motivo es que un intervalo cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se corta en la etapa posterior es habitualmente 25 mm o mayor. Como razón de la longitud de hendidura L_S con respecto a un intervalo de corte cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se corta para dar los haces de fibras de carbono cortadas es mayor, se producen más los haces de fibras de carbono cortadas que tienen un número de filamentos igual a o de menos del subhaz 11.

20 Por ejemplo, la longitud de hendidura L_S puede ser más larga de 25 mm y 50 mm o más corta, más larga de 50 mm y 100 mm o más corta, más larga de 100 mm y 200 mm o más corta, más larga de 200 mm y 500 mm o más corta, más larga de 500 mm y 1000 mm o más corta, más larga de 1000 mm y 1500 mm o más corta, más larga de 1500 mm y 2000 mm o más corta, y más larga de 2000 mm y 3000 mm o más corta.

25 La longitud de hueco entre hendiduras L_G no está limitada a, pero es, por ejemplo, de 5 a 10 mm y puede ser más corta de 5 mm.

30 En un ejemplo representado en la figura 2A, las posiciones de los huecos entre hendiduras G_S se desplazan en la dirección x entre la primera fila de hendiduras A_{S1} y la segunda fila de hendiduras A_{S2} . Lo mismo aplica a entre la segunda fila de hendiduras A_{S2} y la tercera fila de hendiduras A_{S3} , y entre la tercera fila de hendiduras A_{S3} y la cuarta fila de hendiduras A_{S4} .

35 Una configuración de este tipo con un desplazamiento en las posiciones de los huecos entre hendiduras G_S en la dirección x entre las filas de hendiduras adyacentes no es esencial. En un ejemplo, las posiciones de los huecos entre hendiduras G_S pueden alinearse entre todas las filas de hendiduras tal como se representa en la figura 15. En otro ejemplo, las posiciones de los huecos entre hendiduras G_S pueden alinearse entre algunas de las filas de hendiduras y desplazarse en la dirección x entre algunas de las otras filas de hendiduras.

40 La longitud de hendidura L_S , la longitud de hueco entre hendiduras L_G , la razón $L_S/(L_S+L_G)$ de la longitud de hendidura L_S con respecto a la suma de la longitud de hendidura L_S y la longitud de hueco entre hendiduras L_G , y la posición del hueco entre hendiduras G_S tal como se describió anteriormente no se limitan a un caso en el que el haz 10 de fibras de carbono continuas se divide parcialmente en los cinco subhaces, y lo mismo aplica a un caso en el que el haz 10 de fibras de carbono continuas se divide parcialmente en cuatro subhaces o menos o seis subhaces o más.

45 Independientemente del número n, el número de filamentos del subhaz formado dividiendo el haz 10 de fibras de carbono continuas es preferiblemente de 5K o menos, más preferiblemente 4K o menos, y mucho más preferiblemente 3K o menos. Independientemente del número n, el número de filamentos del subhaz formado dividiendo el haz 10 de fibras de carbono continuas es preferiblemente de más de 0,5K y más preferiblemente 1K o más. Cuando el número de filamentos es de más de 0,5K, es probable que se mantenga la rectitud del haz de fibras de carbono, y el efecto de refuerzo tiende a ser relativamente alto.

50 Los límites superiores y los límites inferiores mencionados anteriormente pueden combinarse de manera arbitraria. Por ejemplo, independientemente del número n, el número de filamentos del subhaz formado dividiendo el haz 10 de fibras de carbono continuas es preferiblemente de 0,5K a 5K, más preferiblemente de 0,5K a 4K y mucho más preferiblemente de 1K a 3K.

55 Haciendo referencia a la figura 1 de nuevo, el haz 10 de fibras de carbono continuas dividido parcialmente en n partes en la sección 120 de división se alimenta a la sección 130 de enrollamiento, y se enrolla en una bobina de enrollamiento B2, completando de ese modo el paquete.

60 Por ejemplo, la bobina de enrollamiento B2 es un tubo de papel, pero no se limita al mismo. Cuando se usa el paquete, puede sacarse la bobina de enrollamiento B2, y el haz de fibras de carbono continuas puede desenrollarse mediante desenrollamiento interno.

65

El haz 10 de fibras de carbono continuas se enrolla de modo que no hay ningún hueco entre los subhaces 11. El motivo es para impedir que los subhaces 11 penetren entre sí entre una porción enrollada previamente en la bobina B2 y una porción enrollada posteriormente de modo que se superpone a la porción enrollada previamente. Al enrollar de modo que no haya ningún hueco entre los subhaces 11, puede impedirse que el haz 10 de fibras de carbono continuas se enrede o se corte de un subhaz durante el desenrollamiento mediante un desenrollamiento externo o desenrollamiento interno.

Para enrollar el haz 10 de fibras de carbono continuas en la bobina de modo que no haya ningún hueco entre los subhaces 11, la anchura total W del haz 10 de fibras de carbono continuas puede hacerse más estrecha que la suma de las anchuras de los subhaces W_s tal como se representa en la figura 3.

La figura 3 es una vista en sección cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se corta perpendicular a la dirección de la fibra, mostrando que los cinco subhaces 11 están alineados sin ningún hueco en la dirección y . Es decir, no hay ninguna parte en la que los subhaces 11 adyacentes estén alejados unos de otros, y cada uno de los subhaces 11 se superpone al subhaz 11 inmediatamente adyacente en una porción de borde.

La anchura del haz de fibras de carbono puede reducirse guiando el haz de fibras de carbono con una guía que tiene una anchura más estrecha que la del haz de fibras de carbono. Por tanto, para enrollar el haz 10 de fibras de carbono continuas en la bobina B2 en un estado en el que la anchura total W es más estrecha que la suma total de las anchuras de los subhaces W_s , por ejemplo, puede usarse un rodillo ranurado que tiene una anchura de ranura más estrecha que la suma total de las anchuras de los subhaces en el guiado del haz de fibras de carbono continuas después de dividirse parcialmente en la bobina de enrollamiento. Alternativamente, la anchura de la guía del haz de fibras de un dispositivo transversal puede ser más estrecho que la suma total de las anchuras de los subhaces.

Cuando la anchura total del haz de fibras de carbono continuas se estrecha mediante el método descrito anteriormente, no sólo los subhaces pueden superponerse entre sí, sino también algunos subhaces pueden plegarse en la dirección de la anchura. Por tanto, la manera de superponer los subhaces en el haz de fibras de carbono continuas enrollado en la bobina de enrollamiento no está limitada a la manera representada en la figura 3 y pueden ser diversas.

Para asegurar que no hay ningún hueco entre los subhaces, la anchura total de los haces 10 de fibras de carbono continuas cuando se enrollan en la bobina de enrollamiento es preferiblemente del 90 % o menos, más preferiblemente el 86 % o menos y mucho más preferiblemente el 80 % o menos de la suma total de las anchuras de los subhaces.

La anchura total del haz de fibras de carbono continuas cuando se enrolla en la bobina de enrollamiento no se estrecha preferiblemente, pero sin limitación, hasta que la anchura total sea igual a la anchura del subhaz. En particular, en un caso en el que el número n de subhaces es grande, cuando la anchura total es excesivamente pequeña, es probable que se produzca el colapso del enrollamiento.

Un dispositivo transversal (no representado) se instala habitualmente en la sección 130 de enrollamiento.

Cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se enrolla transversalmente en la bobina de enrollamiento B2, aunque no limitativo, el ángulo de ataque al comienzo del enrollamiento puede establecerse en, por ejemplo, de 5° a 30° y el ángulo de ataque al final del enrollamiento puede establecerse en, por ejemplo, de 2° a 17°.

La razón de enrollamiento representa los tiempos de rotación de la bobina durante un viaje de ida y vuelta de una guía transversal y, dicho de otro modo, la razón de enrollamiento puede parafrasearse como el número de vueltas por un ciclo transversal. En un caso en el que un paquete de fibras de tipo extremo cuadrado ilustrado en la figura 16 se fabrica enrollando un hilo alrededor de una bobina con una razón de enrollamiento constante, cuando la razón de enrollamiento es un número entero, el hilo se enrolla en la misma posición de la bobina en todos los ciclos transversales, provocando de ese modo un denominado enrollamiento de cinta y una posible propiedad de desenrollamiento deficiente.

Cuando la fracción de la razón de enrollamiento después de la coma decimal es un múltiplo de $1/p$ (p es un número entero de 2 o más), el hilo se enrolla en la misma posición de la bobina cada ciclo transversal p , provocando de ese modo una posible propiedad de desenrollamiento deficiente particularmente cuando p es pequeño, como en un caso en el que la razón de enrollamiento es un número entero.

Por tanto, cuando el haz 10 de fibras de carbono continuas se enrolla en la bobina de enrollamiento B2, la razón de enrollamiento habitualmente no es un número entero, y además es preferible que la fracción de la razón de enrollamiento después de la coma decimal sea un múltiplo de ninguno de $1/2$, $1/3$, $1/4$ y $1/5$.

1.2. Aparato de fabricación de SMC

La figura 4 representa un diagrama conceptual de un aparato de fabricación de SMC que puede usarse

preferiblemente en un método de fabricación de SMC de la realización.

Haciendo referencia a la figura 4, un aparato 200 de fabricación de SMC incluye una primera sección 210 de aplicación de resina, una segunda sección 220 de aplicación de resina, una sección 230 de corte, una sección 240 de deposición y una sección 250 de impregnación. Un aparato 260 de procesamiento de fragmentación se dispone entre la sección 230 de corte y la sección 240 de deposición.

La primera sección 210 de aplicación de resina está dotada de un primer aplicador 211 que incluye una rasqueta para formar una primera capa 51 de resina que comprende una composición 50 de resina termoendurecible sobre una primera película 41 portadora extraída de un rollo.

La segunda sección 220 de aplicación de resina está dotada de un segundo aplicador 212 que incluye una rasqueta para formar una segunda capa 52 de resina que comprende la misma composición 50 de resina termoendurecible sobre una segunda película 42 portadora extraída de un rollo.

La sección 230 de corte está dotada de un cortador 231 rotatorio para cortar un haz 10 de fibras de carbono continuas extraído de un paquete (puede retirarse la bobina).

Tal como se representa en la figura 5, el cortador 231 rotatorio incluye un rodillo 232 guía, un rodillo 233 de presión, y un rodillo 234 cortador. Una pluralidad de cuchillas 235 están dispuestas en la circunferencia exterior del rodillo 234 cortador en un intervalo regular en la dirección circunferencial, y pueden cortarse haces 20 de fibras de carbono cortadas que tienen una longitud de fibra constante uno detrás de otro del haz 10 de fibras de carbono continuas.

Habitualmente, una pluralidad de los haces 10 de fibras de carbono continuas están alineados para ser paralelos entre sí en un plano paralelo a la dirección del eje de rotación del cortador 231 rotatorio y se suministran al cortador 231 rotatorio al mismo tiempo.

La dirección del eje de rotación del cortador 231 rotatorio es la dirección del eje de rotación de un componente principal del cortador 231 rotatorio tal como el rodillo 234 cortador. La dirección del eje de rotación del rodillo 232 guía y el rodillo 233 de presión es igual que la dirección del eje de rotación del rodillo 234 cortador.

La sección 240 de deposición está dispuesta por debajo de la sección 230 de corte. La primera película 41 portadora se transporta desde la primera sección 210 de aplicación de resina hasta la sección 250 de impregnación a través de la sección 240 de deposición. Cuando la primera película 41 portadora se desplaza en la sección 240 de deposición, se caen los haces 20 de fibras de carbono cortadas producido en la sección 230 de corte y se depositan sobre la primera capa 51 de resina formada sobre una superficie de la primera película 41 portadora, de modo que se forma una esterilla 30 de fibras de carbono.

Un mecanismo para acercar de manera gradual la primera película 41 portadora y la segunda película 42 portadora entre sí se dispone en una parte aguas arriba de la sección 250 de impregnación. Una máquina 251 de impregnación está dispuesta en una parte principal de la sección 250 de impregnación. Para que un material laminado en el que se intercalan la esterilla 30 de fibras de carbono y la composición 50 de resina termoendurecible entre la primera película 41 portadora y la segunda película 42 portadora se transporte intercalándose por encima y por debajo con dos cintas transportadoras, la máquina 251 de impregnación incluye dos transportadores de cinta ubicados por encima y por debajo, e incluye rodillos para presurizar el material laminado intercalándolo junto con las cintas transportadoras.

Tal como se representa en la figura 6, el aparato 260 de procesamiento de fragmentación dispuesto entre la sección 230 de corte y la sección 240 de deposición incluye una cubierta 261, y placas 262 de guía y un par de rodillos de pasadores (primer rodillo 263a de pasadores y segundo rodillo 263b de pasadores) que están dispuestos en el interior de la cubierta. El primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores están ubicados por debajo de las placas de guía, tienen sustancialmente la misma longitud axial, y tienen los ejes de rotación paralelos entre sí.

En el aparato 200 de fabricación de SMC, el aparato 260 de procesamiento de fragmentación está dispuesto de modo que los ejes de rotación del primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores son paralelos a la dirección del eje de rotación del cortador 231 rotatorio.

Haciendo referencia a la figura 7, el primer rodillo 263a de pasadores tiene un cilindro 264a, y una pluralidad de pasadores 265a que tienen la misma forma y la misma dimensión están dispuestos sobre la superficie del mismo. Tanto el cilindro 264a como el pasador 265a son cuerpos rígidos, y están formados por metal, por ejemplo.

El diámetro del cilindro 264a no está limitado, pero puede ser de 60 mm a 150 mm, por ejemplo.

El pasador 265a se extiende para ser perpendicular al eje de rotación del primer rodillo 263a de pasadores. Aunque no está limitada, el pasador 265a tiene forma de columna, por ejemplo. El límite entre una superficie de extremo y

una superficie circunferencial exterior pueden estar en chaflán en el pasador 265a.

El diámetro del pasador 265a no está limitado, pero puede ser, por ejemplo, de 1 mm a 5 mm.

5 La longitud del pasador 265a, es decir, la distancia desde la punta hasta la raíz del pasador no está limitada, pero puede ser de 10 mm a 50 mm, por ejemplo.

10 Es preferible que el pasador 265a tenga una sección transversal circular para impedir la formación de copos del haz de 20 de fibras de carbono cortadas procesado mediante el aparato 260 de procesamiento de fragmentación. El pasador 265a puede tener forma de cono o de cono truncado cuyo diámetro disminuye hacia la punta.

15 Cuando la superficie circunferencial del cilindro 264a está desarrollado en el plano, es preferible que la disposición de los pasadores 265a sobre la superficie circunferencial se superponga a la disposición original cuando se desplaza por de 5 mm a 20 mm en la dirección axial y de 4 mm a 30 mm en la dirección circunferencial.

20 Por ejemplo, en el caso del cilindro 264a representado en la figura 7, cuando la superficie circunferencial está desarrollada en el plano, el pasador 265a está dispuesto en cada vértice de un teselamiento de triángulos equiláteros (indicados por una línea discontinua) de modo que un lado es paralelo a la dirección axial, tal como se representa en la figura 8. Por ejemplo, cuando la longitud de un lado del triángulo equilátero es de 5 mm, la disposición del pasador 265a representado en la figura 8 se superpone a la disposición original cuando se desplaza por 2,5 mm en la dirección axial y aproximadamente 4,3 mm en la dirección circunferencial.

25 Todo ello con respecto al primer rodillo 263a de pasadores descrito anteriormente, también se aplica al segundo rodillo 263b de pasadores.

30 Aunque no está limitado, para reducir los costes de diseño, fabricación y mantenimiento del aparato 260 de procesamiento de fragmentación, es preferible que en tantos puntos como sea posible, incluyendo el radio máximo, el diámetro del cilindro y la forma, la dimensión, el número y la disposición de un pasador, los diseños y especificaciones del primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores coincidan entre sí.

35 En esta memoria descriptiva, el radio máximo del rodillo de pasadores se define como la distancia desde el eje de rotación hasta la punta del pasador.

Haciendo referencia a la figura 9, en el aparato 260 de procesamiento de fragmentación, la suma del radio máximo r_{M1} del primer rodillo 263a de pasadores y el radio máximo r_{M2} del segundo rodillo 263b de pasadores es mayor que la distancia d_{12} entre los ejes de rotación de los dos rodillos de pasadores.

40 La suma del radio máximo r_{M1} del primer rodillo 263a de pasadores y un radio r_{C2} del cilindro 264b del segundo rodillo de pasadores es más pequeña que la distancia d_{12} entre los ejes de rotación de los dos rodillos de pasadores. De manera similar, la suma del radio máximo r_{M2} del segundo rodillo 263b de pasadores y un radio r_{C1} del cilindro 264a del primer rodillo de pasadores también es más pequeña que la distancia d_{12} entre los ejes de rotación de los dos rodillos de pasadores.

45 El primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores están accionados de manera rotatoria mediante un mecanismo de accionamiento (no representado).

50 No existe limitación en los sentidos de rotación del primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores. Por tanto, el sentido de rotación del primer rodillo de pasadores 264a y el sentido de rotación del segundo rodillo 263b de pasadores pueden ser iguales u opuestos.

55 Cuando el primer rodillo de pasadores 264a y el segundo rodillo 263b de pasadores rotan en sentidos mutuamente opuestos, el modo de rotación puede ser rotación hacia dentro o rotación hacia fuera. La rotación hacia dentro significa un modo en el que los rodillos de pasadores rotan cada uno de modo que el pasador se mueve hacia abajo desde arriba en un lado orientado hacia el otro rodillo de pasadores. Por otro lado, la rotación hacia fuera significa un modo en el que los rodillos de pasadores rotan cada uno de modo que el pasador se mueve hacia arriba desde abajo en un lado orientado hacia el otro rodillo de pasadores.

60 En otra realización, el número de rodillos de pasadores proporcionados en el aparato de procesamiento de fragmentación puede ser de uno, o puede ser de tres o más.

65 El aparato de procesamiento de fragmentación no está limitado a aquellos que incluyen el rodillo de pasadores como cuerpo rotatorio.

Por ejemplo, el cuerpo rotatorio en el aparato de procesamiento de fragmentación puede tener una estructura en la que un par de discos están conectados por una pluralidad de alambres o varillas tal como se representa en la figura 17.

1.3. Método de fabricación de SMC

5 Se describirá un método de fabricación de SMC de la realización usando, como ejemplo, un caso en el que se usa el aparato 200 de fabricación de SMC descrito en el punto 1.2 anterior.

(Etapa de extracción)

10 En una etapa de extracción, un haz de fibras de carbono continuas se extrae de un paquete del haz de fibras de carbono continuas preparado de antemano. El haz de fibras de carbono continuas tiene un número de filamentos de NK y está dividido parcialmente en n subhaces de antemano.

15 En esta etapa, el haz de fibras de carbono continuas puede extraerse mediante desenrollamiento externo de un paquete de bobina colocado en un portabobinas de trama, o el haz de fibras de carbono continuas puede extraerse mediante desenrollamiento interno de un paquete del que se retira una bobina.

20 Tal como se describió anteriormente, cuando se fabrica el paquete, el haz de fibras de carbono continuas se enrolla en la bobina en un estado en el que los subhaces adyacentes se superponen entre sí. Por tanto, el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete incluye una porción en la que los subhaces está parcialmente superpuestos y pegados entre sí.

(Etapa de corte)

25 En una etapa de corte, el haz 10 de fibras de carbono continuas extraído se suministra a la sección 230 de corte y se corta uno detrás de otro mediante el cortador 231 rotatorio, produciendo los haces 20 de fibras de carbono cortadas que tienen una longitud de fibra predeterminada. Los haces 20 de fibras de carbono cortadas producidos caen hacia el aparato 260 de procesamiento de fragmentación colocado debajo del cortador 231 rotatorio.

30 La longitud de fibra del haz 20 de fibras de carbono cortadas no está limitada, pero puede ser preferiblemente de 20 a 60 mm, y puede ser de aproximadamente 25 mm o aproximadamente 50 mm, por ejemplo.

(Etapa de procesamiento de fragmentación)

35 Tal como se describió anteriormente, el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete incluye una porción en la que los subhaces están parcialmente superpuestos y pegados entre sí. Los haces de fibras de carbono cortadas producidos en la etapa de corte incluyen en cierta medida un haz de fibras que tiene un número de filamentos de más de $\{(N/n)+0,5\}K$, que se genera cortando la porción descrita anteriormente. La etapa de procesamiento de fragmentación tiene como objetivo mejorar la distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en la esterilla de fibras de carbono formada en la etapa de deposición (que va a describirse más adelante) mediante fragmentación de tal haz de fibras con el aparato de procesamiento de fragmentación.

45 En el aparato 260 de procesamiento de fragmentación, al menos algunos de los haces 20 de fibras de carbono cortadas que caen desde el cortador 231 rotatorio entran en contacto con al menos uno del primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores y se dividen en una pluralidad de fragmentos por un impacto.

50 El procesamiento de fragmentación no está destinado a la desfibración. Es decir, el procesamiento de fragmentación no es para deshacer el haz de fibras de carbono cortadas para dar fibras individuales o un estado cercano a fibras individuales. En un ejemplo preferido, la velocidad circunferencial en la punta del pasador de cada uno del primer rodillo 263a de pasadores y el segundo rodillo 263b de pasadores se establece de modo que el procesamiento de fragmentación no genera un haz de fibras que tiene un número de filamentos de $0,5K$ o menos y una fibra individual, o incluso cuando se genera, de modo que el contenido de los mismos en la fibra de carbono depositada sobre la primera película 41 portadora es menor del 1 % en peso.

55 (Etapa de aplicación de resina)

60 En una etapa de aplicación de resina, la primera capa 51 de resina que comprende la composición 50 de resina termoendurecible se forma sobre la primera película 41 portadora extraída de un rollo usando el primer aplicador 211, y la segunda capa 52 de resina que comprende la misma composición 50 de resina termoendurecible se forma sobre la segunda película 42 portadora extraída de otro rollo usando el segundo aplicador 212.

65 La composición 50 de resina termoendurecible es una pasta fluida que contiene una resina termoendurecible como agente principal y en la que se mezclan un espesante y un agente de curado, y si es necesario, se mezclan aditivos tales como un agente de baja contracción, una carga y un retardante de la llama.

Ejemplos típicos de la resina termoendurecible son una resina epoxídica, una resina de éster vinílico, una resina de

poliéster insaturada, una resina de poliimida, una resina de maleimida y una resina de fenol, y pueden mezclarse y usarse dos o más tipos seleccionados de estas resinas.

5 Las resinas termoendurecibles preferidas son la resina epoxídica, la resina de éster vinílico y la resina de poliéster insaturada en vista de la excelente adhesividad a la fibra de carbono.

Con respecto a una formulación específica de la composición de resina termoendurecible, puede usarse de manera apropiada la técnica relacionada.

10 (Etapa de deposición)

15 En una etapa de deposición, los haces 20 de fibras de carbono cortadas procesados mediante el aparato 260 de procesamiento de fragmentación caen sobre la primera película 41 portadora transportada por debajo del aparato 260 de procesamiento de fragmentación. Los haces 20 de fibras de carbono cortadas caídos se depositan sobre la primera capa 51 de resina formada sobre una superficie de la primera película 41 portadora, formando de ese modo la esterilla 30 de fibras de carbono.

(Etapa de impregnación)

20 De camino a la máquina 251 de impregnación, la primera película 41 portadora cargada con la esterilla 30 de fibras de carbono depositada sobre la primera capa 51 de resina se lamina con la segunda película 42 portadora con el lado que tiene la segunda capa 52 de resina formada sobre el mismo orientado hacia abajo.

25 La esterilla 30 de fibras de carbono se impregna con la composición 50 de resina termoendurecible presurizando el material laminado formado mediante la laminación con la máquina 251 de impregnación.

30 Después de completarse la etapa de impregnación, la esterilla 30 de fibras de carbono impregnada se enrolla en una bobina mientras que se intercala entre la primera película 41 portadora y la segunda película 42 portadora y se convierte en un producto de SMC a través de una etapa de envejecimiento. En la etapa de envejecimiento, la composición 50 de resina termoendurecible se vuelve muy viscosa por la acción del espesante añadido y se lleva a un estado semicurado.

2. Resultados experimentales

35 A continuación en el presente documento, se describirán los resultados de los experimentos realizados por los presentes inventores.

2.1. Experimento 1

40 (Preparación de un haz de fibras de carbono continuas dividido parcialmente)

45 Como material de partida, se preparó un haz de fibras de carbono continuas plano (TR50S15L fabricado por Mitsubishi Chemical Corporation) que tenía un número de filamentos de 15K, una anchura inicial de 8 mm y un grosor de 0,1 mm. Al formar cuatro filas de hendiduras que tenía cada una una longitud de hendidura de 1.000 mm y una longitud de hueco entre hendiduras de 5 mm usando un divisor que tenía cuatro cuchillas rotatorias, se dividió parcialmente el haz de fibras de carbono continuas en cinco subhaces que tenía cada uno una anchura de 1,6 mm. Las posiciones de los huecos entre hendiduras a lo largo de la dirección de la fibra eran iguales entre todas las filas de hendiduras.

50 Después de la división parcialmente, enrollando el haz de fibras de carbono continuas en una bobina de papel que tenía un diámetro de 82 mm y una longitud de 280 mm con una longitud transversal de 254 mm, se preparó un paquete de tipo extremo cuadrado. Al ajustar la anchura de una guía para guiar el haz de fibras, la anchura total del haz de fibras de carbono continuas durante el enrollamiento se hizo que fuera de 6 mm o menos.

55 (Preparación de esterilla de fibras de carbono)

60 Se preparó una esterilla de fibras de carbono a partir del haz de fibras de carbono continuas que tenía un número de filamentos de 15K y dividido parcialmente en cinco subhaces preparado en el procedimiento descrito anteriormente usando un aparato de fabricación de SMC que tenía la misma configuración que el aparato de fabricación de SMC representado en la figura 4 excepto porque no se proporciona el aparato de procesamiento de fragmentación.

Una pluralidad de los haces de fibras de carbono continuas se suministraron simultáneamente a un cortador rotatorio en un estado de estar alineados en paralelo en un intervalo igual y se cortaron cada uno cada 25,4 mm.

65 Se dejaron caer los haces de fibras de carbono cortadas sobre una película portadora que se desplaza por debajo del cortador rotatorio a una velocidad de línea de 5 m/min y no se recubrió con una composición de resina

termoendurecible. Se depositaron los haces de fibras de carbono cortadas caídos sobre la película portadora para formar una esterilla de fibras de carbono.

(Medición de la distribución del número de filamentos)

5 Se seleccionó una región de aproximadamente 21 cm × 30 cm depositada cerca de la línea central de la película portadora de la esterilla de fibras de carbono preparada a través del procedimiento descrito anteriormente, y se midió el peso de todos los haces de fibras de carbono cortadas (300 piezas o más) incluidos en la región. La figura 10 representa la distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en la esterilla de
10 fibras de carbono, que se obtuvo convirtiendo el peso medido en el número de filamentos.

En la esterilla de fibras de carbono preparada, el contenido del haz de fibras de carbono que tenía el número de filamentos de más de 0,5K era del 99,9 % en peso o más.

15 2.2. Experimento 2

Se preparó la esterilla de fibras de carbono usando el mismo aparato de fabricación de SMC usado en el experimento 1 excepto porque se proporcionó el aparato de procesamiento de fragmentación, y la distribución del número de filamentos de la misma se midió de la misma manera que en el experimento 1. El procedimiento para
20 preparar la esterilla de fibras de carbono fue el mismo que el del experimento 1 excepto porque los haces de fibras de carbono cortadas se sometieron a un procesamiento de fragmentación mediante el aparato de procesamiento de fragmentación antes de depositarse sobre la película portadora.

La configuración del aparato de procesamiento de fragmentación era la misma que la incluida en el aparato de fabricación de SMC representado en la figura 4. Ambos de los dos rodillos de pasadores estaban formados por metal y tenían la misma configuración. El diámetro y la longitud de un pasador dispuesto sobre la superficie
25 circunferencial del cilindro de cada rodillo de pasadores fueron respectivamente de 3 mm y 20 mm.

Cuando se desarrolló en el plano la superficie circunferencial del cilindro de cada rodillo de pasadores, la disposición de los pasadores sobre la superficie circunferencial era periódica, y la disposición se superpuso a la disposición original cuando se desplazó por 7,5 mm en la dirección axial y 6,5 mm en la dirección circunferencial.

En el experimento 2, los dos rodillos de pasadores se hicieron rotar cada uno de modo que la velocidad circunferencial en la punta del pasador fue de 377 m/min.

Se hicieron rotar los dos rodillos de pasadores en sentidos opuestos en un modo de rotación hacia dentro. Dicho de otro modo, los rodillos de pasadores se hicieron rotar cada uno de modo que el pasador se mueve hacia abajo desde arriba en un lado orientado hacia el otro rodillo de pasadores.

La figura 11 representa la distribución del número de filamentos del haz de fibras de carbono cortadas en la esterilla de fibras de carbono preparada.

En la esterilla de fibras de carbono preparada, el contenido del haz de fibras de carbono que tenía el número de filamentos de más de 0,5K era del 99,9 % en peso o más.

45 2.3. Experimento 3

Se preparó la esterilla de fibras de carbono de la misma manera que en el experimento 2 excepto porque se hicieron rotar los dos rodillos de pasadores en sentidos opuestos en un modo de rotación hacia fuera. El modo de rotación hacia fuera es un modo en el que los rodillos de pasadores se hacen rotar cada uno de modo que el pasador se mueve hacia arriba desde abajo en un lado orientado hacia el otro rodillo de pasadores.

La figura 12 representa la distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en la esterilla de fibras de carbono preparada.

En la esterilla de fibras de carbono preparada, el contenido del haz de fibras de carbono que tenía el número de filamentos de más de 0,5K era del 99,9 % en peso o más.

60 2.4. Experimento 4

Se preparó la esterilla de fibras de carbono de la misma manera que en el experimento 2 excepto porque se hicieron rotar los dos rodillos de pasadores en el mismo sentido.

La figura 13 representa la distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en la esterilla de fibras de carbono preparada.

En la esterilla de fibras de carbono preparada, el contenido del haz de fibras de carbono que tenía el número de filamentos de más de 0,5K era del 99,9 % en peso o más.

2.5. Experimento 5

Se retiró uno de los dos rodillos de pasadores, y se desplazó la posición del rodillo de pasadores restante de modo que los haces de fibras de carbono cortadas que caían del cortador rotatorio entraron en contacto con el rodillo de pasadores restante con alta probabilidad. Excepto por la configuración descrita anteriormente, se preparó la esterilla de fibras de carbono de la misma manera que en el experimento 2.

La figura 14 representa la distribución del número de filamentos de los haces de fibras de carbono cortadas en la esterilla de fibras de carbono preparada.

En la esterilla de fibras de carbono preparada, el contenido del haz de fibras de carbono que tenía el número de filamentos de más de 0,5K era del 99,9 % en peso o más.

2.6. Experimento 6

Se formó un paquete de fibras de tipo extremo cuadrado preparando y dividiendo parcialmente un haz de fibras de carbono continuas plano que tenía el número de filamentos de 15.000 (15K), la anchura inicial de 8 mm y el grosor de 0,1 mm y después de eso, enrollando el haz de fibras de carbono continuas dividido parcialmente en una bobina de papel que tenía un diámetro de 82 mm y una longitud de 280 mm con una longitud transversal de 254 mm. No se realizó el ensanchamiento con un distribuidor.

Se usó un divisor que tenía cuatro cuchillas rotatorias para dividir parcialmente el haz de fibras de carbono continuas. Al formar cuatro filas de hendiduras que tenía cada una la longitud de hendidura de 1.000 mm y la longitud de hueco entre hendiduras de 5 mm, se dividió el haz de fibras de carbono continuas en cinco subhaces cada que tenían la anchura de 1,6 mm y se unieron parcialmente entre sí. Las posiciones del hueco entre hendiduras en la dirección de la fibra eran las mismas entre todas las filas de hendiduras.

En el enrollamiento, el ángulo de ataque al comienzo del enrollamiento fue de 9,9°, el ángulo de ataque al final del enrollamiento fue de 5°, la razón de enrollamiento fue de 11,30, y la cantidad de enrollamiento fue de 5,0 kg.

Al ajustar la anchura de ranura de un rodillo ranurado a través del cual se hace pasar el haz de fibras de carbono continuas después del procesamiento por división, la anchura del haz de fibras de carbono continuas enrollado en la bobina se hizo que fuera de 6 mm que era el 75 % de la suma total de las anchuras de los subhaces. Cuando se sacó la bobina del paquete de fibras formado y se extrajo el haz de fibras de carbono continuas mediante desenrollamiento interno, no se halló ningún problema particular.

En cambio, con un paquete de fibras preparado de la misma manera, excepto porque la anchura del haz de fibras de carbono continuas enrollado en la bobina se hizo que fuera de 8 mm que era igual que la suma total de las anchuras de los subhaces, cuando se sacó la bobina y se extrajo el haz de fibras de carbono continuas mediante desenrollamiento interno, la frecuencia de aparición de enredo era relativamente alta.

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, cada realización se presenta como ejemplo, y no limita el alcance de la presente invención. Cada realización descrita en la presente memoria descriptiva puede modificarse de diversas maneras dentro del alcance definido por el contenido de las reivindicaciones adjuntas, y pueden combinarse con características descritas en otras realizaciones en la medida de lo posible.

Lista de signos de referencia

10: Haz de fibras de carbono continuas

11: Subhaz

20: Haz de fibras de carbono cortadas

100: Aparato de fabricación de paquetes de fibras

110: Sección de distribución

120: Sección de división

130: Sección de enrollamiento

ES 2 987 125 T3

	200: Aparato de fabricación de SMC
	210: Primera sección de aplicación de resina
5	220: Segunda sección de aplicación de resina
	230: Sección de corte
	240: Sección de deposición
10	250: Sección de impregnación
	260: Aparato de procesamiento de fragmentación
15	300D: Diámetro de enrollamiento
	300D _B : Diámetro de bobina
	300L _T : Longitud transversal
20	300W: Anchura de haz de fibras
	310: Paquete de fibras
25	312: Haz de fibras
	314: Bobina
	θ_{300} : Ángulo de ataque
30	410: Eje de rotación
	412: Disco
35	414: Alambre o varilla

REIVINDICACIONES

1. Método de fabricación de un compuesto de moldeo de láminas, que comprende:
- 5 (i) una etapa de extraer un haz de fibras de carbono continuas de un paquete, teniendo el haz de fibras continuas un número de filamentos de NK y dividido parcialmente en n subhaces de antemano;
- (ii) una etapa de cortar el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete con un cortador rotatorio para dar haces de fibras de carbono cortadas; y
- 10 (iii) una etapa de depositar los haces de fibras de carbono cortadas en una película portadora que se desplaza por debajo del cortador rotatorio para formar una esterilla de fibras de carbono,
- 15 en el que se realiza un procesamiento de fragmentación de modo que al menos algunos de los haces de fibras de carbono cortadas antes de depositarse sobre la película portadora se fragmentan al entrar en contacto con un cuerpo rotatorio, caracterizado porque, en el paquete, el haz de fibras de carbono continuas se enrolla de modo que los subhaces adyacentes se superponen entre sí.
2. Método de fabricación según la reivindicación 1,
- 20 en el que la anchura total del haz de fibras de carbono continuas enrollado en el paquete es más pequeña que la suma total de anchuras de los subhaces.
3. Método de fabricación de un compuesto de moldeo de láminas, que comprende:
- 25 (i) una etapa de extraer un haz de fibras de carbono continuas de un paquete, teniendo el haz de fibras continuas un número de filamentos de NK y dividido parcialmente en n subhaces de antemano;
- (ii) una etapa de cortar el haz de fibras de carbono continuas extraído del paquete con un cortador rotatorio para dar haces de fibras de carbono cortadas; y
- 30 (iii) una etapa de depositar los haces de fibras de carbono cortadas sobre una película portadora que se desplaza por debajo del cortador rotatorio para formar una esterilla de fibras de carbono,
- 35 en el que se realiza un procesamiento de fragmentación de modo que al menos algunos de los haces de fibras de carbono cortadas antes de depositarse sobre la película portadora se fragmentan al entrar en contacto con un cuerpo rotatorio, caracterizado porque la anchura total del haz de fibras de carbono continuas enrollado en el paquete es más pequeña que la suma total de anchuras de los subhaces.
4. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- 40 en el que el número de filamentos NK del haz de fibras de carbono continuas es de 12K o más.
5. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- 45 en el que el cuerpo rotatorio es un rodillo de pasadores que tiene un eje de rotación paralelo a la dirección del eje de rotación del cortador rotatorio.
6. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende usar un aparato de procesamiento de fragmentación en el procesamiento de fragmentación, en el que el aparato de procesamiento de fragmentación comprende un primer rodillo de pasadores y un segundo rodillo de pasadores teniendo cada uno un eje de rotación paralelo a la dirección del eje de rotación del cortador rotatorio y la suma de un radio máximo del primer rodillo de pasadores y un radio máximo del segundo rodillo de pasadores es mayor que la distancia entre los ejes de rotación del primer rodillo de pasadores y el segundo rodillo de pasadores.
- 50 55
7. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- 60 en el que el cuerpo rotatorio tiene una estructura en la que un par de discos están conectados por una pluralidad de alambres o varillas.
8. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,
- 65 en el que el contenido de un haz de fibras de carbono que tiene un número de filamentos de más de 0,5K en la esterilla de fibras de carbono es del 99 % en peso o más.

ES 2 987 125 T3

- 5 9. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,
en el que el procesamiento de fragmentación reduce el número del haz de fibras de carbono cortadas que
tiene un número de filamentos de más de $\{(N/n)+0,5\}K$ incluido en un peso unitario de la esterilla de fibras
de carbono.
- 10 10. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,
en el que el paquete es un paquete de tipo extremo cuadrado.
- 15 11. Método de fabricación según la reivindicación 10,
en el que la razón de enrollamiento en el paquete no es un número entero.
- 20 12. Método de fabricación según la reivindicación 10 u 11,
en el que una fracción de la razón de enrollamiento en el paquete después de una coma decimal es un
múltiplo de ninguno de $1/2$, $1/3$, $1/4$ y $1/5$.
- 25 13. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12,
en el que un ángulo de ataque al comienzo del enrollamiento es de 5° a 30° y el ángulo de ataque al final
del enrollamiento es de 2° a 17° en el paquete.
- 30 14. Método de fabricación según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13,
en el que la esterilla de fibras de carbono se presuriza junto con una composición de resina
termoendurecible para impregnar la esterilla de fibras de carbono con la composición de resina
termoendurecible.
- 35 15. Método de fabricación según la reivindicación 14,
en el que al menos una parte de la composición de resina termoendurecible se aplica a la superficie
superior de la película portadora antes de la etapa (iii).

FIG. 1

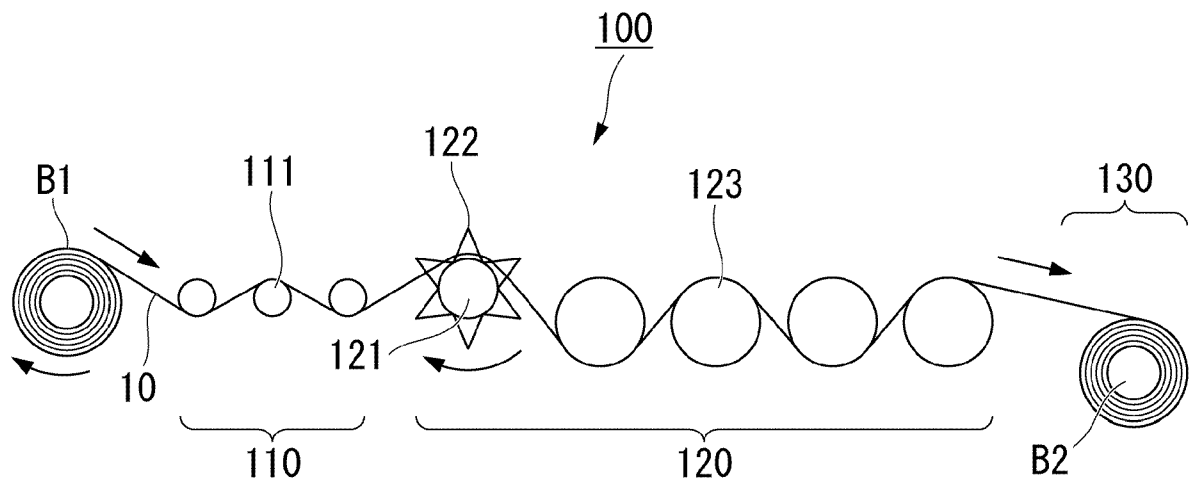


FIG. 2A

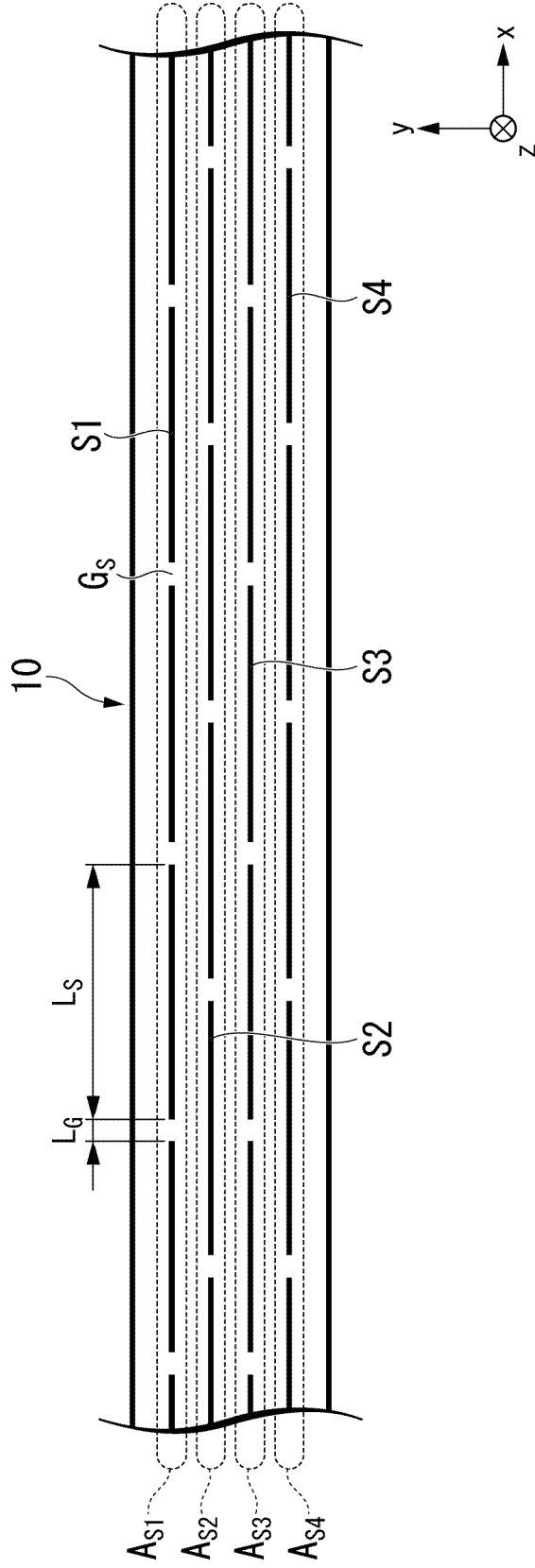


FIG. 2B

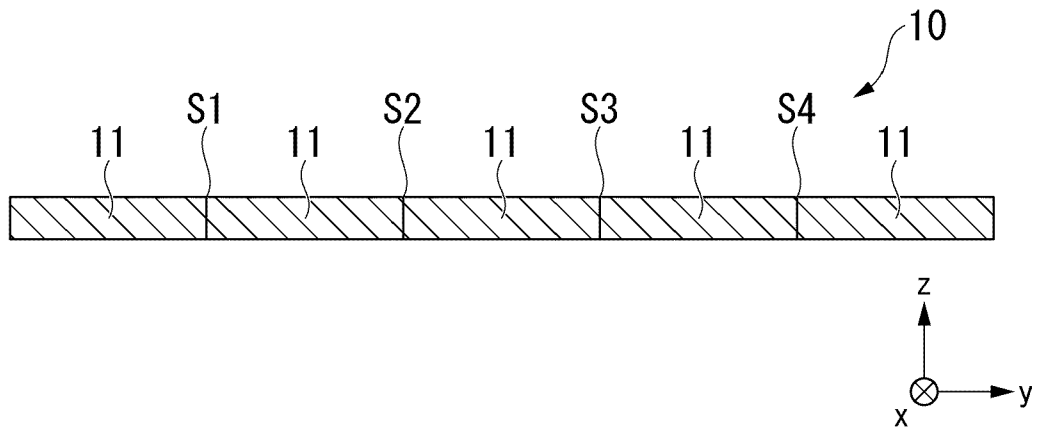


FIG. 3

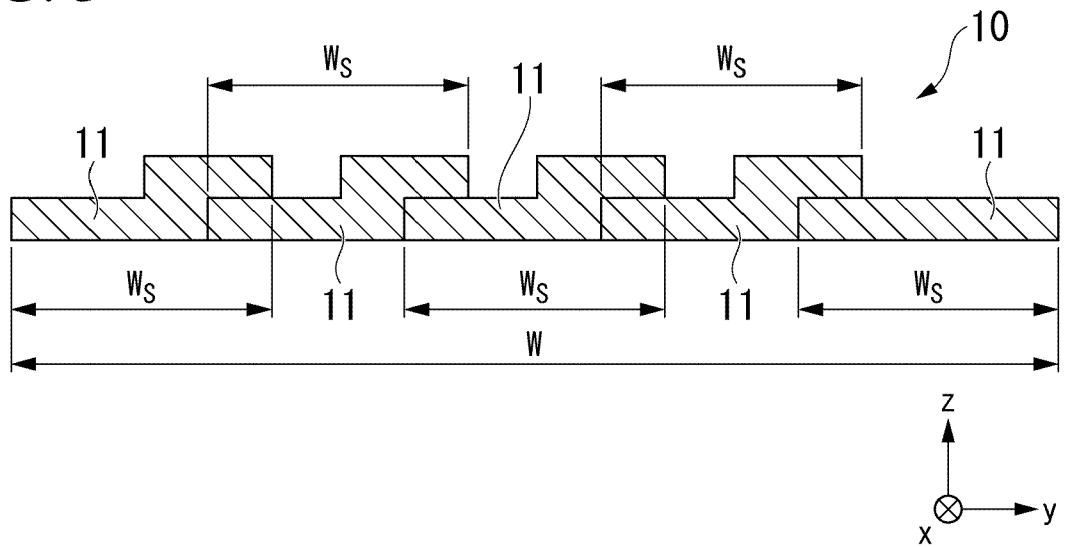


FIG. 4

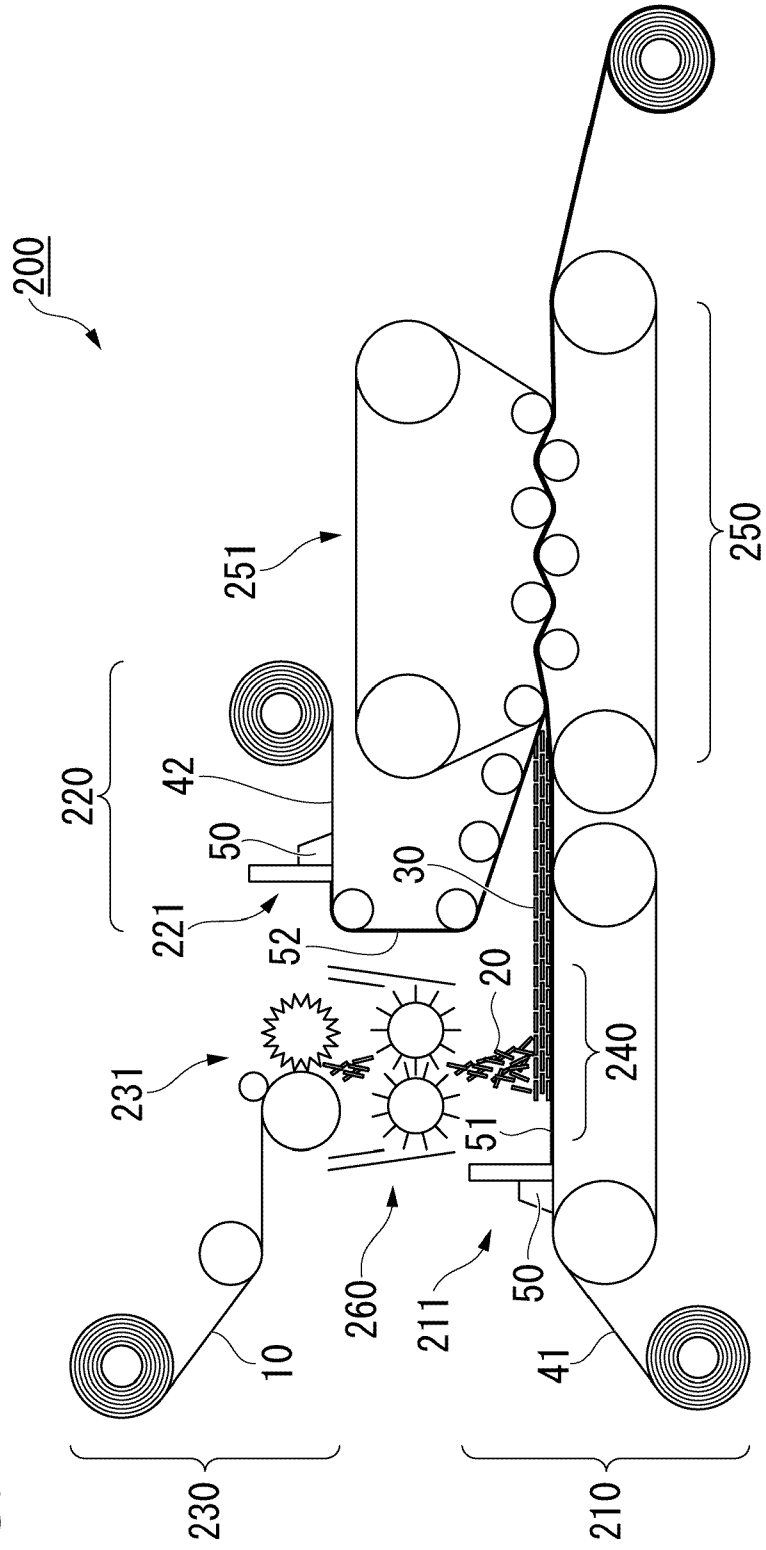


FIG. 5

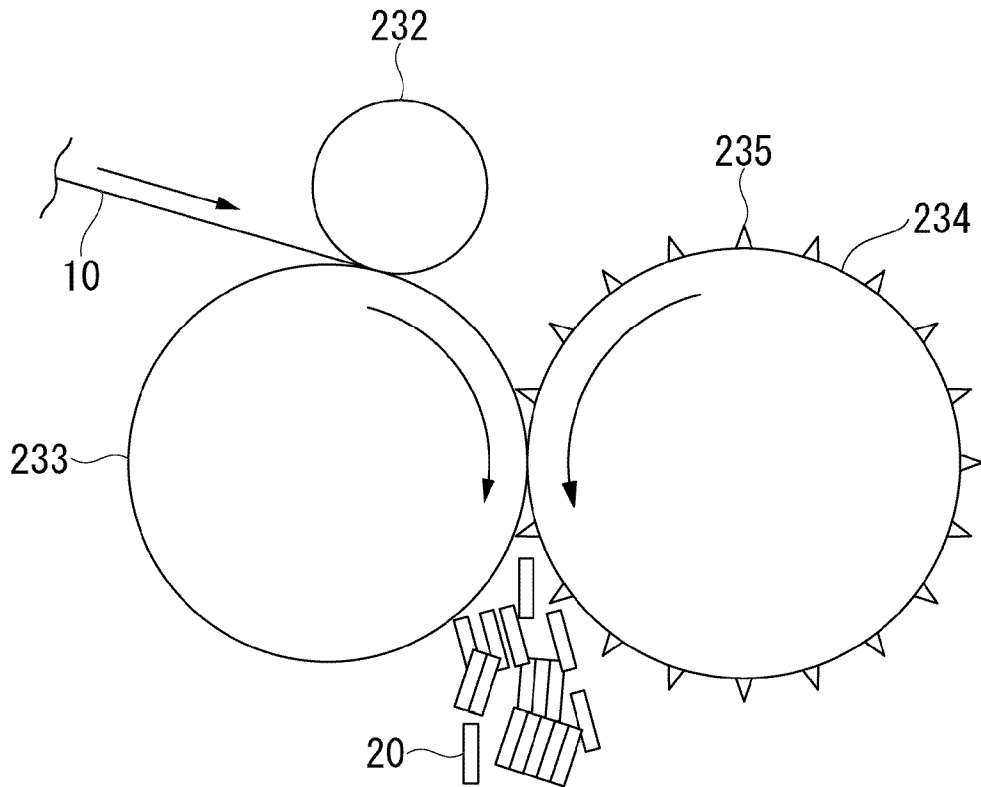


FIG. 6

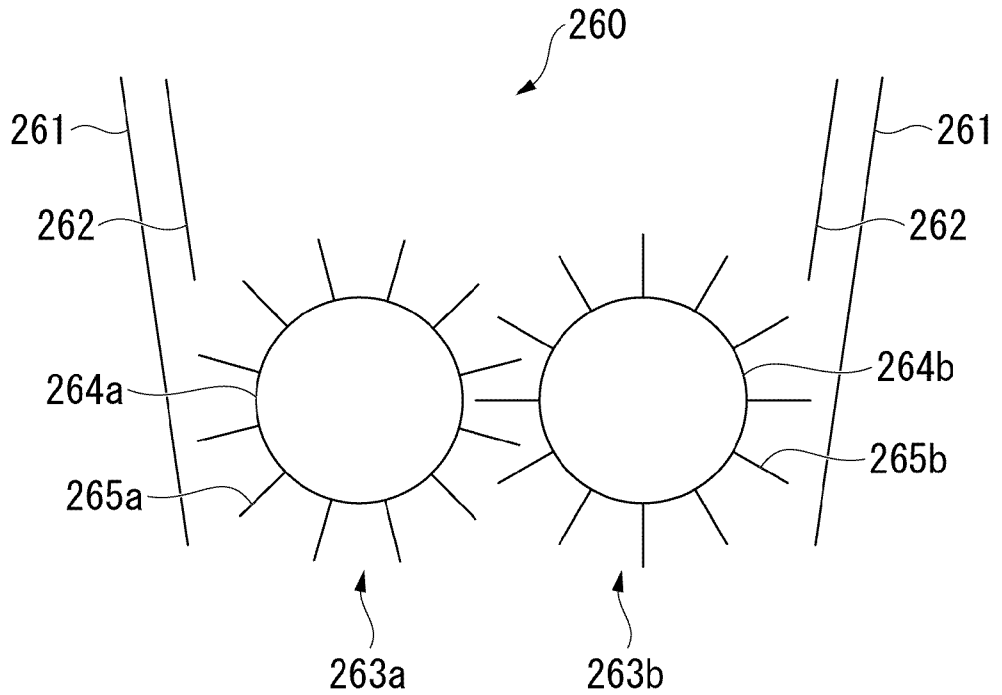


FIG. 7

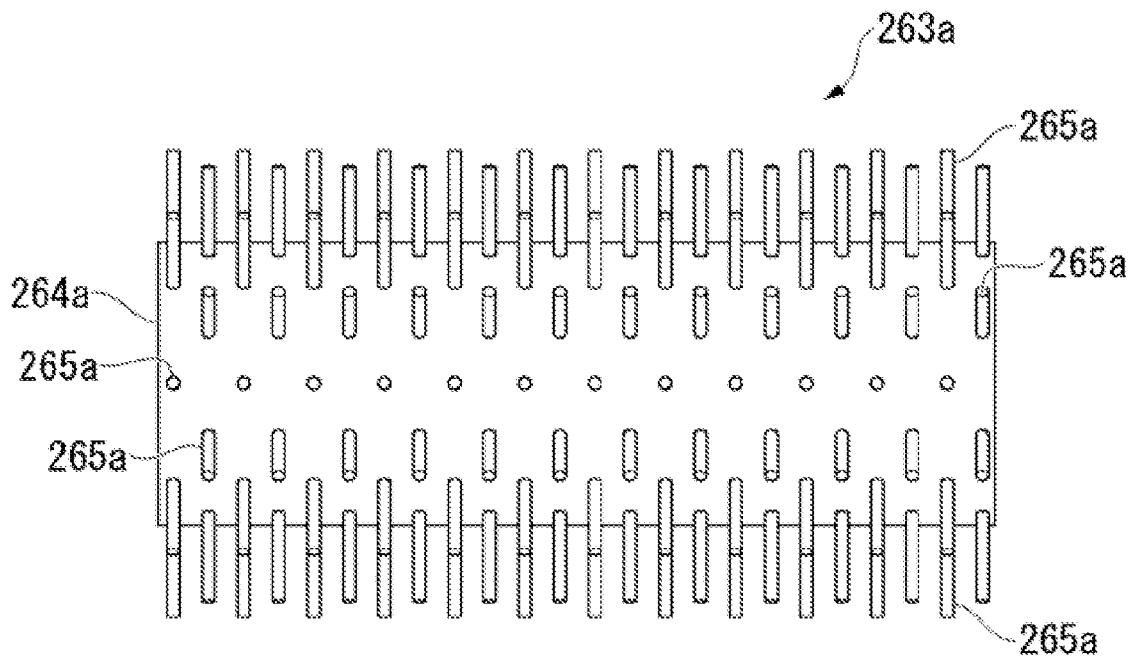


FIG. 8

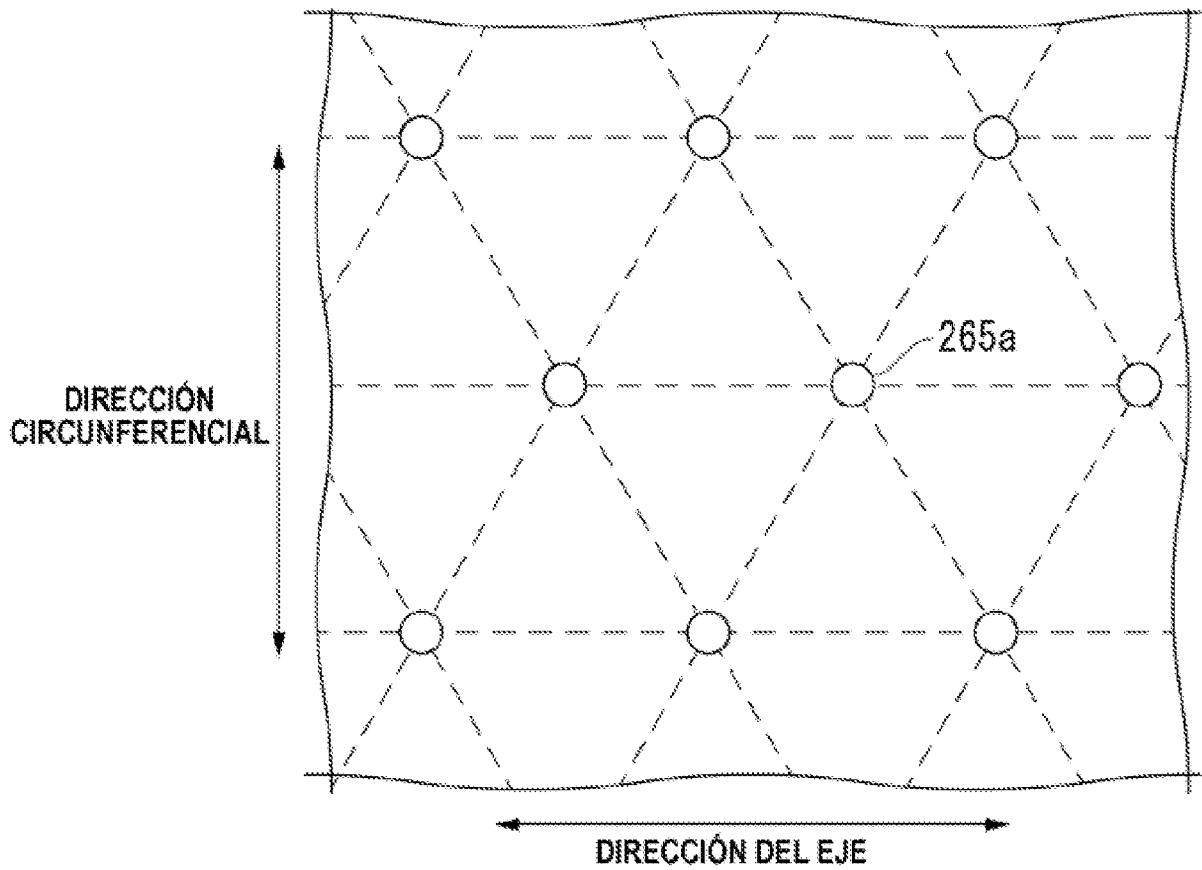


FIG. 9

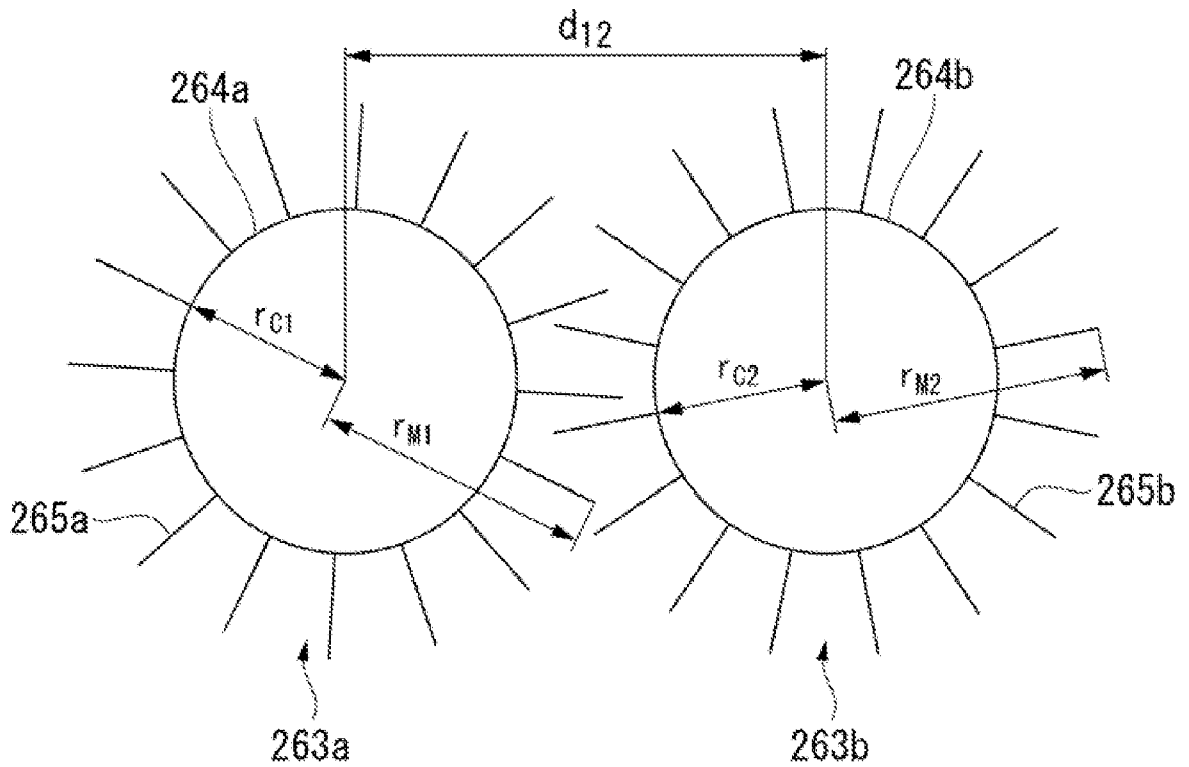


FIG. 10

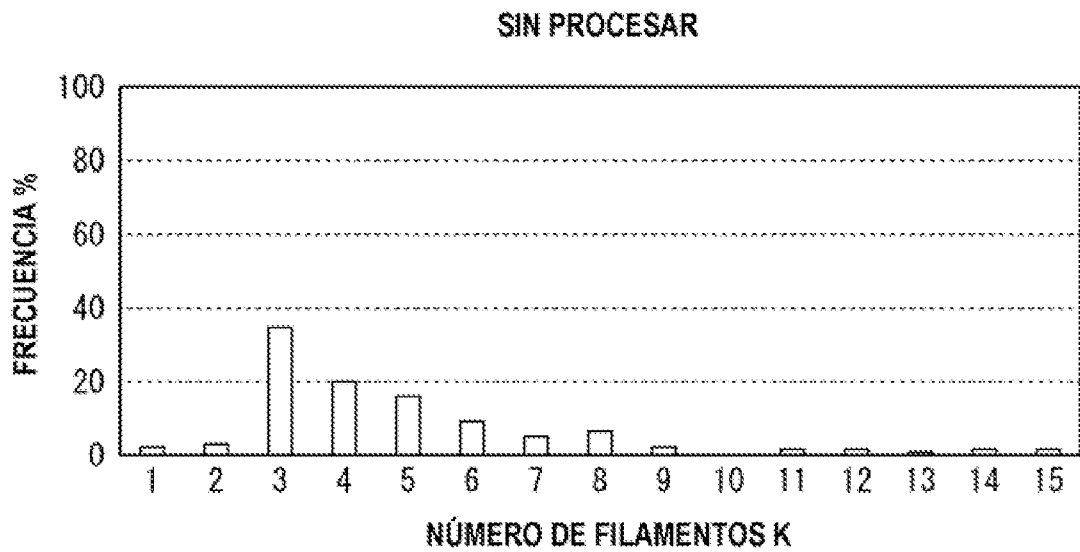


FIG. 11

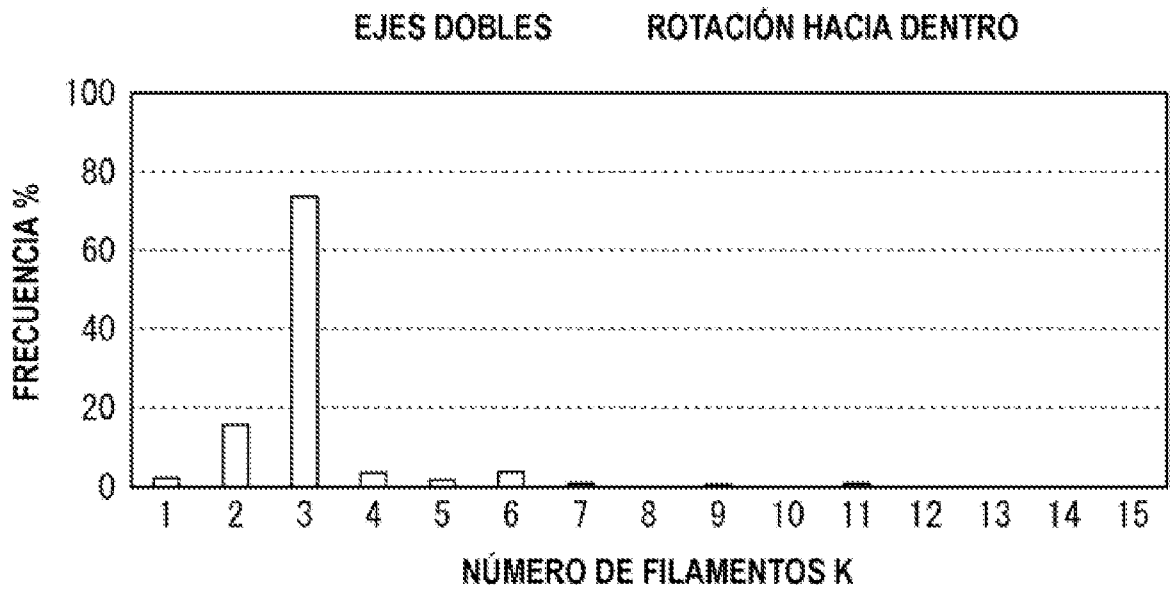


FIG. 12

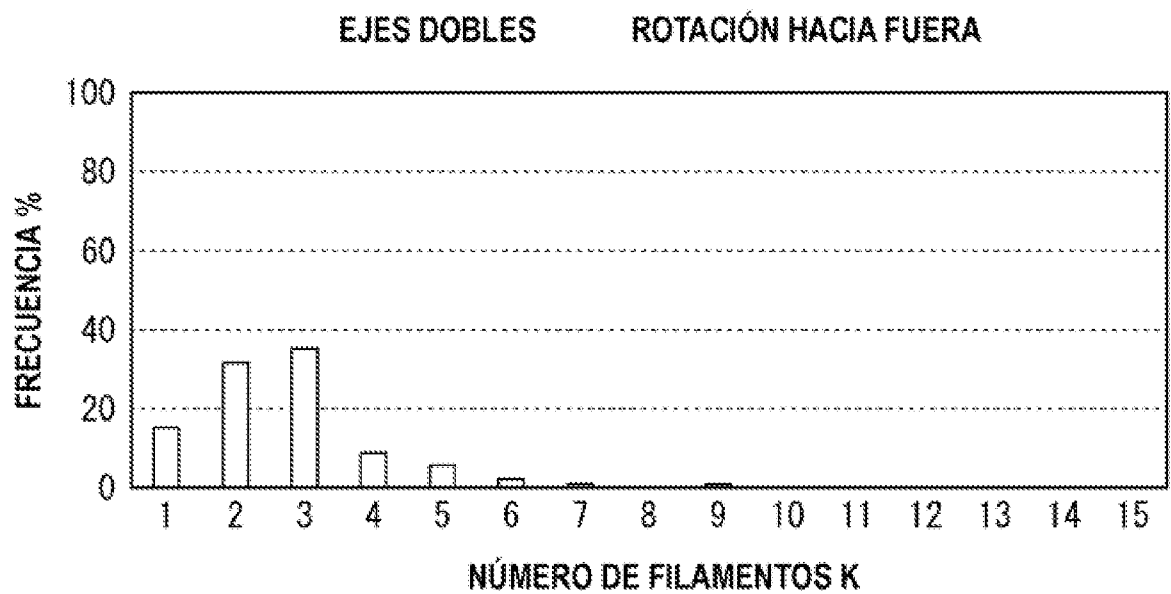


FIG. 13

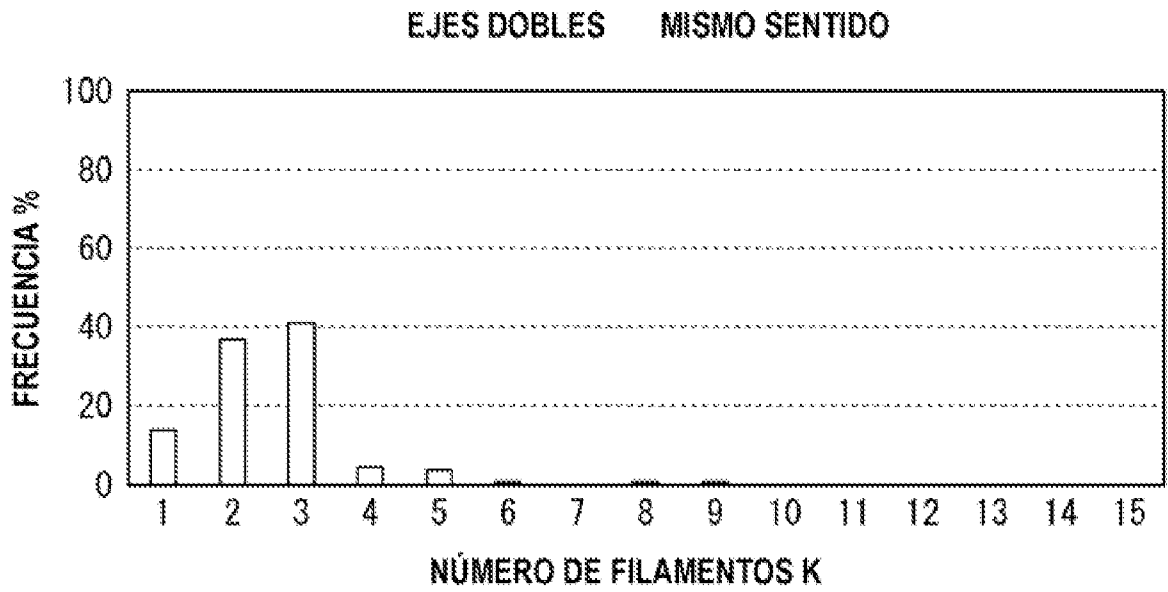


FIG. 14

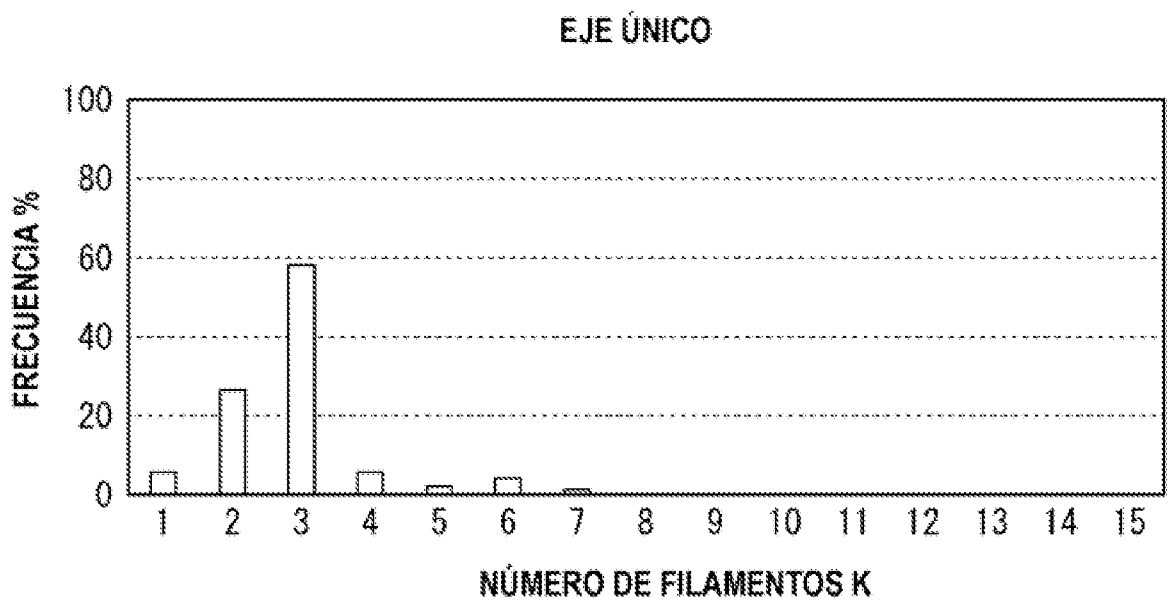


FIG. 15

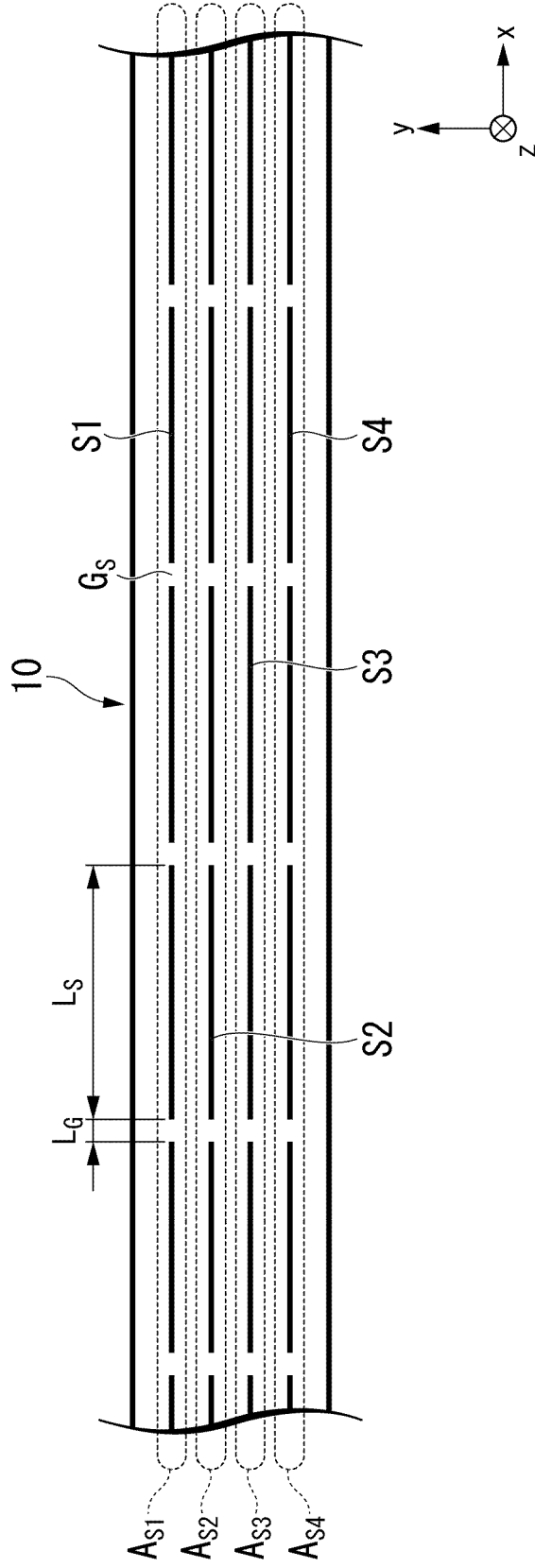


FIG. 16

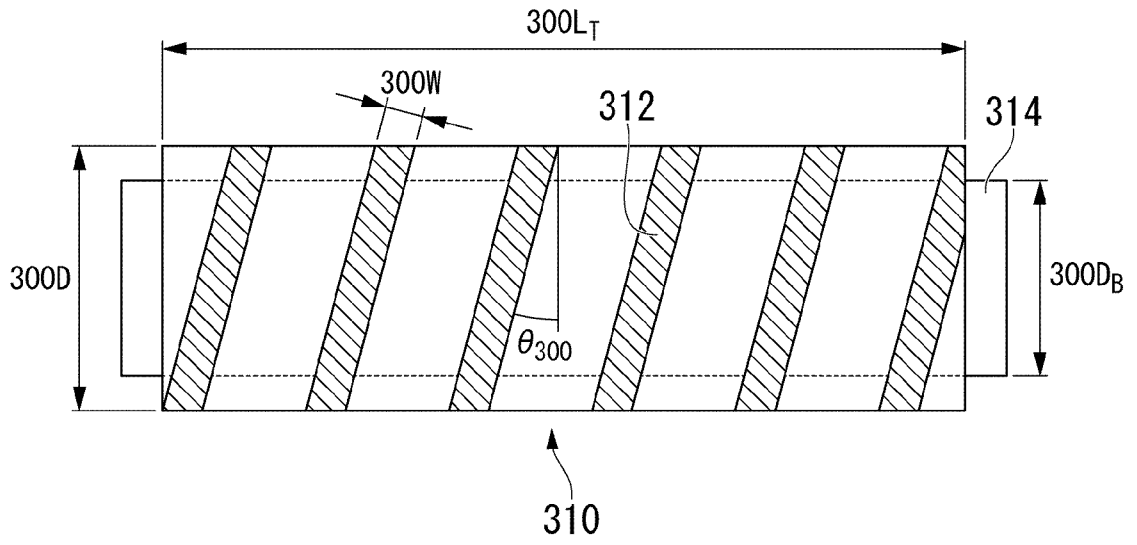


FIG. 17

