

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 665 194**

51 Int. Cl.:

B01D 39/16 (2006.01)
B01D 46/52 (2006.01)
D21H 15/02 (2006.01)
D21H 27/00 (2006.01)
D21H 27/30 (2006.01)
D21H 27/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2015** **PCT/JP2015/052174**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015** **WO15115418**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2015** **E 15742683 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018** **EP 3100779**

54 Título: **Medio de filtro de multicapa para filtro, método para su producción, y filtro de aire**

30 Prioridad:

28.01.2014 JP 2014013382

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.04.2018

73 Titular/es:

TEIJIN FRONTIER CO., LTD. (100.0%)
2-4, Nakanoshima 3-chome, Kita-ku
Osaka-shi, Osaka 530-0005, JP

72 Inventor/es:

KAMIYAMA, MIE

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 665 194 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).

Medio de filtro de multicapa para filtro, método para su producción, y filtro de aire

DESCRIPCIÓN

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un medio de filtro multicapa para un filtro que tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, un método para su producción y un filtro de aire que no solo tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección pero que también es excelente en pleabilidad y resistencia a la deformación de la presión del viento.

Técnica de fondo

Convencionalmente, como medios de filtro para filtros con el propósito de purificación de aire, etc., se conoce un medio de filtro electrostático que incluye una tela no tejida hecha de polipropileno o fibras sintéticas similares, un medio de filtro mecánico hecho de fibras de vidrio, y similares. Sin embargo, un medio de filtro electrostático tiene un problema en que el rendimiento electrostático se degrada debido a la niebla de aceite o la humedad en el gas, lo que resulta en una disminución en la eficiencia de recolección. Además, un medio filtrante mecánico hecho de fibras de vidrio tiene el problema de que la mejora en la eficiencia de recolección conduce a un aumento en la pérdida de presión, y también tiene el problema de la eliminación.

Además, se ha propuesto un medio de filtro multicapa obtenido laminando telas no tejidas (véase, por ejemplo, PTLs 1 a 5). Además, se ha propuesto un medio de filtro para un filtro que usa una nanofibra (véase, por ejemplo, PTL 6 y 7).

Sin embargo, ha habido una demanda de un medio de filtro para un filtro mejorado aún más, en términos de baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección. Igualmente, además de la baja pérdida de presión y la alta eficiencia de recolección, también se ha demandado una mejora en la capacidad de plegado y la resistencia a la deformación por presión del viento.

Lista de citaciones

Literatura de patentes

- PTL 1: JP-A-2011-236542
- PTL 2: JP-A-2010-234285
- PTL 3: JP-A-2008-151980
- PTL 4: JP-A-2008-000696
- PTL 5: JP-A-2004-301121
- PTL 6: JP-A-2013-126626 (correspondiendo a WO 2013094268 y EP 2796180)
- PTL 7: WO 2012/057251 (correspondiendo a EP2633892)

Sumario de la invención

45 Problema técnico

La invención se ha realizado en el contexto anteriormente. Un objeto de la invención consiste en proporcionar un medio filtrante multicapa para un filtro que tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, un método para producir el mismo y un filtro de aire que no solo tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, sino que también es excelente en pleabilidad y resistencia a la deformación de la presión del viento.

Solución al problema

Los presentes inventores han llevado a cabo una extensa investigación para resolver los problemas anteriores. Como resultado, han encontrado que en un medio filtrante multicapa para un filtro, cuando se usan una nanofibra, una fibra más gruesa que la nanofibra y una fibra aglutinante, y se diseñan sus proporciones, se obtiene un medio filtrante multicapa para un filtro que tiene baja pérdida de presión y una alta eficiencia de recolección. Como resultado de una extensa investigación extensa, han logrado la invención.

Por lo tanto, la invención proporciona "un medio de filtro de múltiples capas para un filtro, que incluye:

- una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) que incluye una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra aglutinante C, la relación en peso (A + B): C está dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30; y
- una capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) que incluye una nanofibra A que tiene un diámetro de

fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra aglutinante C, la relación en peso (A + B): C está dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30, siendo la proporción de la nanofibra A más grande que en la capa de tela no tejida en húmedo (1), en donde la proporción de la capacidad de acumulación de polvo JIS Clase-8 de la tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro del intervalo de 60 a 97%, y la proporción de la capacidad de acumulación de polvo JIS Clase-8 de la tela no tejida tendida en húmedo (2) está dentro del intervalo de 3 a 40%".

En este momento, es preferible que la diferencia entre el contenido de la nanofibra A en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) y el contenido de la nanofibra A en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) sea 3% o más. Además, es preferible que la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) tenga un peso por unidad dentro de un intervalo de 5 a 60 g/m². Además, es preferible que la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) tenga un peso por unidad dentro de un intervalo de 5 a 60 g/m².

La invención también proporciona un método para producir un medio de filtro multicapa para un filtro, siendo el método para producir el medio de filtro de múltiples capas descrito anteriormente e incluyendo laminar una capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) sobre una capa de tela no tejida colocada en húmedo (1), obteniéndose la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) usando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un rango de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra aglutinante C, obteniéndose la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) usando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra aglutinante C, siendo la proporción en peso de la nanofibra A mayor que en la capa de tela no tejida en húmedo (1). En este momento, es preferible que la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) y la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) sean cada una fibra obtenida cortando una fibra compuesta de isla marina que tiene una relación de viscosidad de fusión mar/isla de 1,1 a 2,0, un número de islas de 500 o más y una relación de velocidad de hidrólisis alcalina mar/isla de 200 o más, seguida de hidrólisis alcalina para eliminar un polímero de mar.

La invención también proporciona un filtro de aire que incluye el medio de filtro multicapa para un filtro descrito anteriormente. En este momento, es preferible que el filtro de aire incluya además una capa de sustrato. Además, es preferible que el filtro de aire tenga un grosor de 0,8 mm o menos. Además, es preferible que el filtro de aire tenga una resistencia a la flexión Gurley de 2.000 mgf o más. Además, es preferible que el filtro de aire esté plisado. Además, es preferible que la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) esté situada en un lado de entrada de aire.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con la invención, un medio de filtro multicapa para un filtro que tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, un método para producirlo y un filtro de aire que no solo tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, sino que también es excelente en capacidad de plegabilidad y resistencia a la deformación de la presión del viento.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] Fig. 1 muestra esquemáticamente la disposición de la capa de tela no tejida (1) colocada en el lado de la entrada de aire en la invención.

Descripción de las realizaciones

En lo sucesivo, las realizaciones de la invención se describirán en detalle. En el medio de filtro multicapa para un filtro de la invención, es importante que la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) tenga un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm (preferiblemente 400 a 800 nm). En el caso en que el diámetro de una sola fibra sea inferior a 200 nm, es probable que las fibras se peguen entre sí, lo que dificulta la dispersión uniforme, por lo que la eficacia de la recolección puede disminuir. Por otro lado, también en el caso en que el diámetro de una sola fibra sea más de 800 nm, la efectividad como una nanofibra disminuye, por lo que la eficacia de la recolección puede disminuir. En el caso en el que la forma transversal de fibra única de la nanofibra A sea una sección transversal modificada distinta de una sección transversal redonda, el diámetro del círculo circunscrito se toma como el diámetro de fibra única. Incidentalmente, se puede medir un diámetro de fibra simple fotografiando una sección transversal de la fibra con un microscopio electrónico de transmisión.

Además, en la nanofibra A, es importante que la longitud de la fibra esté dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm. Cuando la longitud de la fibra es inferior a 0,4 mm, la longitud de la fibra es demasiado corta. Como resultado, se reduce el autoenredo con otras fibras, por lo que la fibra puede caerse durante el proceso de producción de una tela no tejida. Por otro lado, cuando la longitud de la fibra es más de 0,7 mm, la longitud de la fibra es demasiado larga. Como resultado, el autoenredo de la nanofibra se incrementa para inhibir la dispersión uniforme, por lo que la

eficacia de la recolección puede disminuir.

Además, en la nanofibra A, es preferible que la relación de la longitud de la fibra (L) nm para el diámetro de fibra única (D) nm (L/D) sea 1.000 o menos (más preferiblemente 300 a 1.000).

Ejemplos de tipos de fibras para formar la nanofibra A incluyen fibras de poliéster incluyendo poliésteres tales como tereftalato de polietileno, tereftalato de polimetileno, tereftalato de polibutileno, ácido poliláctico estereocomplejo, ácido poliláctico y poliésteres copolimerizados con un tercer componente, fibras de nailon, fibras acrílicas y fibras de aramida. Entre ellos, en términos de resistencia química o rendimiento del proceso de producción, las fibras de poliéster son preferibles. Incidentalmente, el poliéster contenido en dicha fibra de poliéster también puede ser un poliéster obtenido por reciclado de material o reciclado químico o un poliéster obtenido usando un componente monomérico producido a partir de una materia prima de biomasa, es decir, una sustancia de origen biológico, como se describe en JP-A-2009-091694. Además, también puede ser un poliéster obtenido usando un catalizador que contiene un compuesto de fósforo específico o compuesto de titanio como se describe en JP-A-2004-270097 o JP-A-2004-211268.

El método para producir la nanofibra A no está particularmente limitada. Sin embargo, el método descrito en el documento WO 2005/095686 es preferible para hacer uniforme el diámetro de fibra única.

Es decir, es preferible que una fibra compuesta de isla de mar que incluye un componente de isla compuesto de un polímero de poliéster y que tiene un diámetro de isla de 200 a 800 nm y un componente de mar compuesto de un polímero que es más soluble en álcali que el polímero de poliéster se hile usando una hilera para fibras compuestas mar-isla, se retire, y luego se someta a una reducción de peso de álcali para disolver el componente de mar.

Aquí, cuando la relación de velocidad de disolución de álcali entre el componente de mar y el componente de isla (mar/isla) sea 200 o más, preferiblemente de 300 a 3.000, esto resulta en una excelente separabilidad de isla y por lo tanto es preferible. Los ejemplos óptimos de componentes marinos incluyen ácido poliláctico, polímeros de condensación de óxido de polialquileño de peso molecular ultraalto, y copoliésteres de compuesto de polialquilenglicol/sulfoisofthalato de sodio 5. Aquí, la solución alcalina acuosa es una solución acuosa de hidróxido de potasio o hidróxido de sodio, por ejemplo. Además de estos, pueden usarse para cada caso ácido fórmico para poliamidas de ácidos grasos tales como Nylon 6 y Nylon 66, disolventes tales como tricloroetileno para poliestireno y etileno y xileno calientes para polietileno y agua caliente para alcoholes polivinílicos y polímeros de alcohol vinílico modificados con etileno.

En la fibra compuesta de mar-isla, es preferible que el número de islas sea de 500 o más (más preferiblemente de 500 a 2.000). Además, es preferible que en el momento de hilar, la viscosidad de la masa fundida del componente de mar sea mayor que la viscosidad de fusión del polímero de componente de isla. Es particularmente preferible que la relación de viscosidad de fusión mar/isla sea de 1,1 a 2,0. Como resultado, incluso en el caso en el que el componente de isla forma 500 o más islas, y la proporción de componente de mar es 30% o menos, se puede formar una porción de capa delgada de mar sin perturbar la estructura de isla de mar.

La hilera para fibras compuestas mar-isla utilizadas para la hilatura por fusión puede ser cualquier hilera, como una que tiene pasadores huecos o microporos para la formación de un componente isla. La fibra compuesta de isla de mar descargada se solidifica mediante aire de enfriamiento, y luego se recoge en un conjunto de rodillos giratorios a una tasa de absorción predeterminada, formando así un hilo no estirado.

El hilo no estirado obtenido puede someterse directamente a una etapa de corte o la etapa posterior de disolución del componente de mar. Con el fin de ajustarse a las características de resistencia, alargamiento y contracción térmica previstas, el hilo no estirado obtenido también puede someterse a una etapa de estiramiento o una etapa de tratamiento térmico y luego a una etapa de corte o la siguiente etapa de reducción de peso.

La fibra compuesta se corta y luego se somete a una reducción de peso de álcali para disolver el componente de mar, o se somete a una reducción de peso de álcali para disolver el componente de mar y luego cortar; como resultado, se obtiene la nanofibra A.

A continuación, la fibra B contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) es una fibra no aglutinante que ayuda a la dispersión de la nanofibra y también contribuye a la mejora de la porosidad. La fibra B no está particularmente limitada siempre que el diámetro de una sola fibra de la misma sea mayor que la de la nanofibra A. Como el tipo de fibra, una fibra de poliéster es preferible por tener un diámetro de fibra uniforme y una buena dispersabilidad. Sin embargo, según el propósito, se pueden usar diversos tipos de materiales de fibra para papel. Por ejemplo, se pueden mezclar o agregar fibras sintéticas o fibras semisintéticas que incluyen pulpa de madera, pulpa natural, pulpa sintética que contiene aramida o polietileno como componente principal, nylon, acrílico, vinilon, rayón y componentes similares.

En la fibra B, en términos de dispersabilidad, es preferible que la finura de una sola fibra sea de 0,01 a 5,0 dtex (más preferiblemente de 0,1 a 3,3 dtex, aún más preferiblemente de 0,2 a 2,0 dtex). Además, en términos de

dispersabilidad, es preferible que la longitud de la fibra sea de 1 a 10 mm (más preferiblemente de 3 a 7 mm).

Además, la fibra aglutinante C contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) es una fibra se une por calentamiento y sirve para proporcionar la tela no tejida con resistencia mejorada, aumento de volumen debido a la estructura de la red y la contracción, etc. Se prefiere una fibra no estirada o fibra compuesta que tenga un diámetro de fibra de 3 µm o más (más preferiblemente de 3 a 10 µm). Es preferible que la finura de una sola fibra sea de 0,1 a 3,3 dtex, más preferiblemente de 0,2 a 1,7 dtex. Es preferible que la longitud de la fibra sea de 3 a 10 mm.

A medida que la fibra aglutinante C, un ejemplo preferido de una fibra no estirada es una fibra de poliéster no estirada se hicieron girar a una velocidad de hilado de 600 a 1.500 m/min. Los ejemplos de poliésteres incluyen tereftalato de polietileno, tereftalato de politrimetileno y telato de tereftato de polibutileno. Preferiblemente, por razones de productividad, dispersabilidad en agua, etc., son preferibles tereftalato de polietileno y copoliésteres que lo contienen como componente principal.

Además, como fibra aglutinante C, un ejemplo preferido de fibra compuesta es una fibra compuesta núcleo-envoltura en la que un componente polimérico que desarrolla un efecto de unión por fusión a una temperatura más seca para la fabricación de papel (por ejemplo, copoliéster amorfo, etc.) se proporciona como la parte de funda, y se proporciona otro polímero que tiene un punto de fusión al menos 20°C mayor que el componente de polímero como la parte de núcleo. Además, también se puede utilizar una fibra compuesta excéntrica de núcleo de envoltura, una fibra compuesta de lado a lado y modos similares.

Aquí, también en términos de coste, es preferible que el copoliéster amorfo contenga ácido tereftálico, ácido isoftálico, etilenglicol, y dietilenglicol como componentes principales.

En la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), que define los pesos de la nanofibra A, fibra B y fibra aglutinante C como A, B y C, respectivamente, es importante que la relación en peso (A + B): C está dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30 (preferiblemente de 50:50 a 70:30). La fibra aglutinante C forma una red fusionada de fibras aglutinantes y está a cargo del marco de la estructura de tela no tejida y la resistencia de la tela no tejida en sí misma. En la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), cuando la proporción en peso de la fibra aglutinante C es superior al 60% en peso, puede producirse contracción durante un tratamiento térmico secador Yankee, lo que da como resultado una falta de uniformidad de textura o variaciones en una región de tamaño fina, como en el tamaño de poro promedio. Mientras tanto, en el caso en el que la proporción en peso sea inferior al 30% en peso, la tela no tejida puede tener una resistencia insuficiente.

En el medio de filtro de múltiples capas para un filtro de la invención, de manera similar a la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) incluye una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y un nivel de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra aglutinante C. Sin embargo, la proporción de peso de la nanofibra A en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) es mayor que en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1).

Aquí, la diferencia entre la proporción de peso de la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) y la proporción de peso de la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) es importante en términos del rendimiento/vida del filtro. Se ha dicho que en un filtro laminado, el polvo se concentra en una interfaz de laminación, causando obstrucción. Esto sucede cuando la primera capa no está provista de una estructura de contención de polvo. En tal caso, el polvo pasa a su través sin ser recogido, y, como resultado, la recolección tiene lugar en la interfaz con la segunda capa. Además, en el caso en el que las dos capas son estructuralmente similares entre sí, la recolección de polvo casi se completa en la primera capa, y la presencia de la segunda capa no tiene sentido. En la invención, teniendo en cuenta este punto, para satisfacer tanto la vida útil como la eficacia de recogida, se proporciona una diferencia entre la proporción en peso de la fibra A de nanofibras contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) y la proporción en peso de la fibra A de nanofibra contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1). La diferencia está representada por la siguiente ecuación y preferiblemente 3% o más (más preferiblemente 3 a 30%):

Diferencia en proporción en peso (%) = (proporción en peso de la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2)) - (proporción en peso de la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1)).

Cuando la diferencia es inferior al 3%, las dos capas son similares entre sí en cuanto a eficacia de recogida. Como resultado, el polvo no entra en la segunda capa, lo que conduce a una baja efectividad, y también la pérdida de presión puede aumentar en una etapa temprana en la primera capa. Además, en el caso en el que la nanofibra A no está contenida en la primera capa, esto conduce a una mayor diferencia en la contracción en el proceso de fabricación de papel. Como resultado, después del tratamiento térmico con una secadora, pueden producirse grietas no deseadas (como grietas en el suelo). Además, cuando no hay nanofibra A, el rendimiento de retención de polvo es bajo y el polvo pasa a través de la capa sin ser corregido como se describe anteriormente. En consecuencia, el efecto de clasificación de polvo de la primera capa es bajo, y las partículas grandes entran en la segunda capa, que tiene una mayor eficacia de

recogida. Como resultado, la obstrucción puede ocurrir dentro de un corto período de tiempo.

En la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2), definiendo los pesos de la nanofibra A, fibra B, y la fibra aglutinante C como A, B, y C, respectivamente, es importante que la relación en peso (A + B): C esté dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30 (preferiblemente 50:50 a 70:30). La fibra aglutinante C forma una red fusionada de fibras aglutinantes y está a cargo del entramado de la estructura de tela no tejida y la resistencia de la tela no tejida en sí misma. En la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), cuando la proporción en peso de la fibra aglutinante C es superior al 60% en peso, puede producirse contracción durante un tratamiento térmico secador Yankee, lo que da como resultado una falta de uniformidad de textura o variaciones en una región de tamaño fino, como en el tamaño de poro promedio. Mientras tanto, en el caso en que la proporción de peso sea inferior al 30% en peso, la tela no tejida puede tener una resistencia insuficiente.

La nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) puede ser igual o diferente de la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1). Además, la fibra B contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) puede ser la misma o diferente de la fibra de nanofibra B contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1). Además, la fibra C de aglutinante contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) puede ser la misma o diferente de la fibra C de aglutinante contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1).

Además, en el medio de filtro de múltiples capas para un filtro de la invención, cuando la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro de un intervalo de 60 a 93% (más preferiblemente 70 a 90%), y la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase 8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) está dentro de un intervalo de 7 a 40% (más preferiblemente 10 a 30%), las dos capas ejercen un rendimiento efectivo de retención de polvo, lo que resulta en una mayor capacidad total de retención de polvo (es decir, mayor vida útil); por lo tanto, esto es preferible.

Además, en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) y la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2), es preferible que cada capa tiene un peso por unidad dentro de un intervalo de 5 a 60 g/m². Cuando el peso por unidad es más de 60 g/m², el espesor aumenta debido a la estructura altamente porosa. Para aplicaciones a un filtro con un espacio limitado, como un filtro plisado, el área de inserción del medio filtrante está limitada por el grosor. Por lo tanto, el grosor aumentado puede dar como resultado un aumento en la pérdida de presión estructural del cartucho de filtro. Por otro lado, cuando el peso por unidad es menor a 5 g/m², la eficiencia de recolección puede disminuir.

Además, con el fin de dispersar la nanofibra A, formar una estructura altamente porosa, y obtener la baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, es preferible que la porosidad de cada capa sea 85% o más.

Aquí, cuando el medio de filtro tiene una estructura de dos capas en la que la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) tiene un peso menor por unidad y la capa de tela no tejida (1) depositada en húmedo recoge partículas más grandes, la pérdida de presión de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) puede suprimirse baja, y también, debido al efecto de clasificación de polvo de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) (es decir, recolección de partículas grandes), esto es efectivo en términos de eficiencia y vida de recolección; por lo tanto, esto es preferible. Tomando este punto en consideración, es preferible que el grosor sea de 0,8 mm o menos, aún más preferiblemente de 0,3 a 0,6 mm.

Como método para producir el medio de filtro multicapa para un filtro de la invención, es preferible el siguiente método:

un método que incluye laminar una capa de tela no tejida tendida (2) sobre una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) se obtiene utilizando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, teniendo una fibra B un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, obteniéndose la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) utilizando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, teniendo una fibra B un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, siendo la proporción en peso de la fibra A de nanofibras mayor que en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), en donde la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro del intervalo de 60 a 97%, y la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) está dentro del intervalo de 3 a 40%.

Aquí, es preferible que telas no tejidas tendidas en húmedo se obtengan mediante la fabricación de papel de una manera de fabricación de papel de dos capas usando una combinación de dos o más máquinas de papel Fortlinear habituales, máquinas de papel *tanmo*, y las máquinas de papel de cilindro, entonces las telas no tejidas tendidas en húmedo se apilan según sea necesario, y la fibra C de aglutinante se une térmicamente a la misma con un secador Yankee o similar. En este momento, con respecto a la temperatura del secador, es preferible que el tratamiento térmico/secado se complete a una temperatura superficial de hasta 120 a 150°C.

El medio de filtro multicapa para un filtro así obtenido tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección.

A continuación, el filtro de aire de la invención es un filtro de aire que incluye el medio de filtro multicapa para un filtro descrito anteriormente. En este momento, como se muestra en la Fig. 1, es preferible que la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) esté situada en el lado de entrada de aire.

Aquí, para que los filtros de aire estén sometidos a presiones de viento altas o variables, tales como filtros de motor y filtros de aire de alto rendimiento, la pleabilidad y la resistencia a la deformación de la presión del viento son importantes. Por esta razón, es preferible que un paño adicional que tiene un peso por unidad de 50 a 120 g/m², tal como una tela no tejida unida por hilado, una tela no tejida punzonada, o una tela no tejida impregnada con resina para tener mayor rigidez, se una a los mismos como una capa de sustrato (agregado).

En este momento, el orden de laminación no está particularmente limitado pero es preferiblemente, desde el lado de aguas arriba, del siguiente modo: capa de sustrato, capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), capa de tela no tejida tendida en húmedo (2).

El método para la unión puede ser un método que utiliza un adhesivo tal como un aerosol de resina. Alternativamente, cuando el material constituyente principal del agregado es un material de poliéster y fusible por calor, la unión a las telas no tejidas es posible por laminación a través del efecto de unión térmica. En este caso, es preferible que la unión se realice con la cantidad de adhesivo aplicado y ajustándose la holgura en el momento de la laminación a pequeña para evitar la separación, y que el filtro de aire tenga un grosor de 0,8 mm o menos (aún más preferiblemente 0,3 a 0,6 mm). Además, es preferible que el filtro de aire tenga una resistencia a la flexión Gurley de 2.000 mgf o más (más preferiblemente de 2.000 a 6.000 mgf).

Un filtro de aire de este tipo no solo tiene una baja pérdida de presión y una alta eficacia de recogida sino que también es importante en cuanto a la capacidad de plegado y la resistencia a la deformación por la presión del viento, y se pliega según sea necesario antes del uso. El filtro de aire es adecuado como filtro de aire para motores de combustión interna (aspiración o agotamiento) de automóviles y otros vehículos, un filtro de aire para uso en cabinas, máscaras, filtros de aire, aire acondicionado para edificios, semiconductores y fábricas de alimentos o farmacéuticas, o similares.

Ejemplos

A continuación, ejemplos de la invención y ejemplos comparativos se describirán en detalle, pero la invención no se limita a los mismos. Incidentalmente, los artículos de medición en los Ejemplos se midieron por los siguientes métodos.

Diámetro/finura de fibra única

Una sección transversal de la fibra se cortó con una herramienta de borde afilado, y se observó la sección transversal bajo SEM en 2.000. El promedio de 100 muestras se tomó como el diámetro de fibra única. Además, la finura se expresó como peso dtex por 10.000 metros.

Peso por unidad

El peso por unidad se midió de acuerdo con JIS P8124 (Método para la Medición del Peso del papel por metro cuadrado).

Espesor

El espesor se midió de acuerdo con JIS P8118 (Método para la medición del espesor y la densidad del papel y la placa de papel). La medición se realizó a una carga de 75 g/cm², N = 5, y se determinó la media.

Porosidad

A partir del peso anterior por unidad y espesor junto con la densidad de la fibra de PET como 1,36 g/cm³, la porosidad se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\text{Porosidad} = 100 - (\text{peso por unidad})/(\text{espesor})/1,36 \times 100) (\%)$$

Capacidad de retención de polvo: distribución DHC/DHC

Polvo JIS Clase-8 se introdujo en un filtro a una concentración de 1 g/m² y una tasa de entrada de 10 cm/seg. El tiempo para que la pérdida de presión alcance 2 kPa y el peso de polvo se retenga por el filtro en ese momento se midieron y se convirtieron en una capacidad de retención de polvo por m². Además, las capas se separaron por corte para medir el peso de mantenimiento de cada capa, y la distribución de mantenimiento de cada capa se calculó a

partir del peso total.

Resistencia a la flexión

- 5 La medición se realizó de acuerdo con JIS L1913, Método de prueba de tela no tejida de fibras discontinuas generales, resistencia a la flexión/método Gurley, para calcular la resistencia a la flexión mgf.

Viscosidad de fusión

- 10 Se establece un polímero después de un tratamiento de secado en una configuración de orificio a la temperatura del extrusor para hilado, se mantiene en estado fundido durante 5 minutos y luego se extruye bajo varios niveles de cargas aplicadas. La velocidad de cizalla resultante y la viscosidad de fusión se trazan. Se formó una curva de viscosidad de fundido a velocidad de fusión basada en los datos, y se leyó la viscosidad de la masa fundida a una velocidad de cizallamiento de 1.000 seg^{-1} .

- 15 Proporción de índice de reducción de peso alcalino

- 20 Un polímero de componente de mar y un polímero de componente de isla fueron descargados desde una hilera que tenía 24 orificios redondos de 0,3 mm de diámetro y 0,6 mm de longitud y se recogieron a una velocidad de hilado de 1.000 a 2.000 m/min, y el hilo no estirado obtenido se estiró para dar un alargamiento residual dentro de un intervalo de 30 a 60%, formando de este modo un multifilamento de 83 dtex/24 fil. Mediante el uso de una solución de NaOH al 1,5% en peso a 80°C, a una relación de baño de 100, la tasa de reducción de peso se calculó a partir del tiempo de disolución y la cantidad disuelta.

- 25 [Ejemplo 1]

- 30 Una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única de 700 nm x 0,5 mm de longitud (relación de aspecto = 714), una fibra B estirada de tereftalato de polietileno que tiene una finura de 1,7 dtex x 5 mm de longitud, y, como fibra C aglutinante, se preparó una fibra de unión térmica compuesta de núcleo de envoltura que tenía una finura de 1,7 dtex x 5 mm de longitud. La fibra de unión por calor compuesta de núcleo de envoltura tiene una sección transversal formada en una relación de polímero de núcleo/polímero de envoltura de 50/50% en peso. Además, el polímero del núcleo es tereftalato de polietileno que tiene un punto de fusión de 256°C. Mientras tanto, el polímero de la envoltura es un copoliéster amorfo que contiene ácido tereftálico, ácido isoftálico, etilenglicol y dietilenglicol como componentes principales.

- 35 Se mezclaron en la relación A:B:C = 1:59:40, a continuación, se añadió una cantidad adecuada de la dispersión/agente antiespumante para causar la dispersión, y la suspensión resultante se sometió a la fabricación de papel en húmedo usando una máquina de cilindro. Mientras tanto, se añadió adecuadamente un agente dispersante/antiespumante mezclado en la relación A:B:C = 5:55:40, seguido por la fabricación de papel húmedo usando una máquina inclinada de *tanmo*. Se apilaron juntos, se introdujeron en un secador Yankee y se secaron/trataron con calor.

[Ejemplos 2 a 5, 7, Ejemplos comparativos 1 a 3]

- 45 Las telas no tejidas se produjeron por el mismo método que en el Ejemplo 1, excepto que la relación de mezcla de la nanofibra A, la fibra estirada B y la fibra C de aglutinante se cambiaron como se muestra en la Tabla 1.

[Ejemplo 6]

- 50 Mediante el uso de una fibra que tiene un diámetro de fibra única de 400 nm y una longitud de 0,4 mm como una nanofibra A, se realizó la fabricación de papel de la misma manera que en el Ejemplo 1 a las cantidades de mezcla y pesos por unidad que se muestran en la Tabla 1.

[Ejemplos comparativos 4 a 5]

- 55 Como se muestra en la Tabla 1, en el Ejemplo comparativo 4, la fabricación de papel se realizó usando una nanofibra A que tenía un diámetro de fibra de 150 nm. Además, en el Ejemplo comparativo 5, se realizó la fabricación de papel usando una fibra que tenía un diámetro de fibra de 1,5 µm en la posición de la nanofibra.

- 60 [Ejemplos 8 a 10]

- 65 Como se muestra en la Tabla 2, un adhesivo de pulverización se ha esparcido por fusión a una capa de sustrato formada de una tela no tejida unida por hilado hecha de un filamento de tereftalato de polietileno, seguido de la unión a una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1). El orden de laminación era, desde el lado aguas arriba (lado de entrada de aire), del siguiente modo: capa de sustrato, capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), capa de tela no tejida tendida en húmedo (2).

[Ejemplo 11]

5 Como se muestra en la Tabla 2, se preparó una tela no tejida de fibras cortadas (capa de sustrato) que tiene un peso por unidad de 100 g/m² formada de un velo de carda. El velo de carda incluye una fibra cortada de un hilo estirado de poliéster que tiene 2,2 dtex x 51 mm de longitud y una fibra aglutinante de una fibra de sección transversal compuesta de núcleo de funda que tiene 2,2 dtex x 51 mm de longitud mezclados en una proporción de, en esta orden, 60:40.

10 A continuación, utilizando un laminador de cinta compuesto por un horno que tiene una temperatura del calentador de 190°C, el material no tejido de fibra cortada (capa de sustrato) se unió por calor a una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1). El orden de laminación era, desde el lado aguas arriba (lado de entrada de aire), del siguiente modo: capa de sustrato, capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), capa de tela no tejida tendida en húmedo (2).

15 [Ejemplo 12]

20 Como se muestra en la Tabla 2, un medio de filtro para un filtro laminado fue producido por el procesamiento de adjuntos de la misma manera que en el Ejemplo 10, excepto que una tela no tejida hilada por adhesión de polipropileno (PP) se utilizó como capa de sustrato.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

[Tabla 1]

	Ejempl o 1	Ejempl o 2	Ejempl o 3	Ejempl o 4	Ejempl o 5	Ejempl o 6	Ejempl o 7	Ejemplo compa tivo 1	Ejemplo compa tivo 2	Ejemplo compa tivo 3	Ejemplo compa tivo 4	Ejemplo compa tivo 5
Capa de conc. baja (1)												
Nanofibra A	700nm x0,5m m	←	←	←	←	400nm x0,4m m	700nm x0,5m m	←	←	←	150nmx0, 3mm	1,5µx3mm
Fibra B estirada	1,7dte xX5m m	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Fibra C aglutinante	1,7dte xX5m m	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
A (%peso)	1	1	5	10	10	5	3	0	5	5	10	10
B (%peso)	59	59	55	50	50	65	57	60	75	25	50	50
C (%peso)	40	40	40	40	40	30	40	40	20	70	40	40
Peso por unidad (g/m ²)	30	30	30	30	30	15	30	30	30	30	15	30
Capa de conc. baja (2)												
Nanofibra A	700nm x0,5m m	←	←	←	←	400nm x0,4m m	700nm x0,5m m	←	←	←	150nmx0, 3mm	1,5µx3mm
Fibra B estirada	1,7dte xX5m m	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Fibra C aglutinante	1,7dte xX5m m	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←
A (%peso)	5	10	10	20	30	30	5	5	10	10	30	30
B (%peso)	55	50	50	40	30	40	55	55	70	20	30	30
C (%peso)	40	40	40	40	40	30	40	40	20	70	40	40
Peso por unidad (g/m ²)	30	30	30	30	30	15	30	30	30	30	15	30
Total												
Peso total por unidad de dos capas preparadas por fabricación de papel (g/m ²)	60	60	60	60	60	30	60	60	60	60	30	60
Tratamiento térmico	←	←	←	←	←	←	←	←	←	←	No realizado	No realizado

Espesor (mm)	0,31	0,32	0,3	0,3	0,3	0,16	0,31	0,32	0,33	0,26	0,14	0,34
Porosidad (%)	85,8	86,2	85,3	85,3	85,3	86,2	85,8	86,2	86,6	83,0	84,2	87,0
Pérdida de presión (Pa)	8	28	37	67	139	140	22	6	30	43	118	2
Eficiencia de recogida de recogida (%), 0,3-µ partículas	31,7	55,1	70,4	88,8	98,1	99,5	43,6	25,6	72,5	64,9	94,3	3,2
DHC (g/m ²)	57,2	76,75	66,05	58,2	52,9	51,5	35,8	47,6	57,2	35,4	24,3	89,3
DHC, Capa de conc. baja (1) (%)	73	88	85	86	90	93	95	55	87	58	78	55
DHC, Capa de conc. baja (2) (%)	27	12	15	14	10	7	5	45	13	42	22	45
Textura, propiedades físicas, etc.	Exce lente	Excel ente	Excel ente	Excel ente	Excel ente	Excel ente	Excel ente	Agrietamiento debido a diferencia de contracción	Debido a fuerza insuficiente, rotura fue causada por fijación del soporte de medición de eficiencia de recogida	La fibra de aglutinante contraída en la superficie secadora, resultando en desnivel y rugosidad	Textura inferior	Excelente

[Tabla 2]

	Ejemplo 8	Ejemplo 9	Ejemplo 10	Ejemplo 11	Ejemplo 12
Capa de conc. baja (1)					
Nanofibra A	700nmX0,5mm	←	←	←	←
Fibra B estirada	1,7dtexX5mm	←	←	←	←
Fibra C aglutinante	1,7dtexX5mm	←	←	←	←
A (%peso)	1	10	10	1	10
B (%peso)	59	50	50	59	50
C (%peso)	40	40	40	40	40
Peso por unidad (g/m ²)	30	30	30	30	30
Capa de conc. baja (2)					
Nanofibra A	700nmX0,5mm	←	←	←	←
Fibra B estirada	1,7dtexX5mm	←	←	←	←
Fibra C aglutinante	1,7dtexX5mm	←	←	←	←
A (%peso)	5	30	20	10	20
B (%peso)	55	30	40	50	40
C (%peso)	40	40	40	40	40
Peso por unidad (g/m ²)	30	30	30	30	30
Peso total por unidad de dos capas preparadas por fabricación de papel (g/m ²)	60	60	60	60	60
Peso por unidad de capa de sustrato (g/m ²)	110	110	60	100	60
Tipo de polímero de capa de sustrato	PET	PET	PET	PET	PP
Peso por unidad (g/m ²)	175	177	128	165	130
Espesor (mm)	0,66	0,63	0,45	0,73	0,57
Porosidad (%)	80,5	79,3	79,1	83,4	83,2
Pérdida de presión (Pa)	16	163	89	37	75
Eficiencia de recogida (%), 0.3-μ partículas	35,3	99,9	93,7	59,6	90,6
DHC (g/m ²)	90,6	152,2	88	91	97,4
DHC, capa de baja conc. (1)	11	11	15	11	18
DHC, capa de alta conc. (1)	5	1	3	4	3
DHC, Sustrato (%)	84	88	82	85	79
Resistencia a flexión (mgf)	4.772	5.074	2.546	4.254	1.969
Propiedades de pisado	Excelente	Excelente	Excelente	Excelente	Ligeramente insuficiente
PET: Tereftalato de polietileno					
PP: Polipropileno					

En lo sucesivo, se describirán los resultados de los ejemplos y ejemplos comparativos.

Con respecto al medio filtrante obtenido en los Ejemplos 1 a 5, debido a la diferencia en la concentración de mezcla de nanofibras A, la relación de distribución de polvo entre las dos capas era buena, y los medios filtrantes eran excelentes en vida y eficiencia de recolección. Además, con respecto al medio filtrante obtenido en el Ejemplo 6, como resultado del uso de la nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única de 400 nm para reducir el peso por unidad, el medio filtrante tuvo una baja pérdida de presión y una alta eficiencia de recolección. Con respecto al medio de filtro obtenido en el Ejemplo 7, debido a que la diferencia entre la concentración de la nanofibra A en la capa de alta concentración y la de la capa de baja concentración era tan pequeña como 2%, el efecto de distribución de clasificación entre las dos capas fue bajo, y la recolección de polvo se realizó principalmente en la capa de baja concentración; como resultado, la cantidad total de DHC fue menor que en el Ejemplo 1.

Además, con respecto al medio de filtro obtenido en el Ejemplo Comparativo 1, debido a que la capa de baja concentración no contenía nanofibra A, la eficiencia de recolección en el lado de la capa de baja concentración era baja. Además, se produjo una diferencia en la contracción entre las dos capas en la superficie del secador, dando como resultado un craqueo indeseable en la dirección del ancho. Con respecto al medio filtrante obtenido en el Ejemplo Comparativo 2, debido a que la proporción ponderal de la fibra aglutinante C era tan baja como 20%, la formación de red por la fibra C de aglutinante era insuficiente, proporcionando así una tela no tejida con resistencia/dureza insuficiente y bajo rendimiento en la conformación, como plisado. Por otro lado, en el Ejemplo Comparativo 3, debido a que la fibra C de aglutinante se mezcló en una gran cantidad, se produjo contracción y rugosidad desigual en la superficie del secador, dando como resultado un rendimiento de filtro desigual. En el Ejemplo Comparativo 4 en el que se usó una nanofibra de 150 nm, la dispersabilidad en agua y la filtrabilidad fueron bajas, dando como resultado una textura pobre. En consecuencia, aunque la pérdida de presión era alta, la eficiencia de recolección fue baja. En el Ejemplo Comparativo 5 en el que se usó una microfibra, aunque la vida útil era larga, la eficacia de la recogida fue baja.

En los Ejemplos 8 a 10, debido a que se usó una tela no tejida unida por hilatura compuesta de un filamento de tereftalato de polietileno como una capa de sustrato, por lo que la rigidez a la flexión (resistencia a la flexión) fue alta, la capacidad de plegamiento fue excelente. Además, en el Ejemplo 11, debido a que se usó un velo de carda de fibra cortada de poliéster como capa de sustrato, la plegabilidad fue excelente. Mientras tanto, en el Ejemplo 12, se usó un tejido de polipropileno unido por el tramo como una capa de sustrato. Debido a la suavidad derivada del polímero, la rigidez a la flexión (resistencia a la flexión) no fue suficiente, y la flexibilidad era ligeramente insuficiente.

Aplicabilidad industrial

De acuerdo con la invención, un medio de filtro multicapa para un filtro que tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección, un método para producirlo y un filtro de aire que no solo tiene baja pérdida de presión y alta eficiencia de recolección sino que también es excelente en capacidad de plegabilidad y resistencia a la deformación de la presión del viento. El valor industrial de los mismos es extremadamente alto.

REIVINDICACIONES

1. Un medio filtrante de múltiples capas para un filtro, que comprende:

- 5 una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) que incluye una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, cuya relación en peso (A + B): C está dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30; y
- 10 una capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) que incluye una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, teniendo una fibra B un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, la relación de peso (A + B): C dentro de un intervalo de 40:60 a 70:30, siendo la proporción en peso de la nanofibra A mayor que en el capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), en donde
- 15 la proporción de capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro del intervalo de 60 a 97%, y la proporción de capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro del intervalo de 3 a 40%.

2. El Medio de filtro multicapa para un filtro según la reivindicación 1, en donde la diferencia entre el contenido de la nanofibra A en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) y el contenido de la nanofibra A en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) es 3% o más.

3. El medio de filtro multicapa para un filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) tiene un peso por unidad dentro de un intervalo de 5 a 60 g/m².

25 4. El medio de filtro multicapa para un filtro de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la capa de tela no tejida (2) de viscosidad húmeda tiene un peso por unidad dentro de un intervalo de 5 a 60 g/m².

5. Un método para producir un medio filtrante multicapa para un filtro, siendo el método para producir el medio de filtro multicapa para un filtro según la reivindicación 1 y que comprende

30 estratificar una capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) sobre una capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), obteniéndose la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) usando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, teniendo una fibra B un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) se obtiene usando una nanofibra A que tiene un diámetro de fibra

35 única dentro de un intervalo de 200 a 800 nm y una longitud de fibra dentro de un intervalo de 0,4 a 0,7 mm, una fibra B que tiene un mayor diámetro de fibra única que la nanofibra A, y una fibra C de aglutinante, siendo la proporción en peso de la nanofibra A mayor que en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1), en donde la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) está dentro del intervalo de 60 a 97%, y la proporción de la capacidad de retención de polvo JIS Clase-8 de la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) está dentro del intervalo de 3 a 40%.

6. El método para producir un medio filtrante multicapa para un filtro según la reivindicación 5, en donde la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) y la nanofibra A contenida en la capa de tela no tejida tendida en húmedo (2) son cada una una fibra obtenida cortando una fibra compuesta mar-isla que tiene una

45 relación de viscosidad de fusión mar/isla de 1,1 a 2,0, un número de islas de 500 o más y una relación de velocidad de hidrólisis de álcali/isla de 200 o más, seguido de hidrólisis alcalina para eliminar un polímero de mar. □

7. Un filtro de aire que comprende el medio de filtro multicapa para un filtro según la reivindicación 1.

50 8. El filtro de aire según la reivindicación 7, en el que el filtro de aire incluye además una capa de sustrato.

9. El filtro de aire según la reivindicación 7, que tiene un grosor de 0,8 mm o menos.

10. El filtro de aire según la reivindicación 7, que tiene una resistencia a la flexión Gurley de 2.000 mgf o más.

55 11. El filtro de aire según la reivindicación 7, que está plisado.

12. El filtro de aire según la reivindicación 7, en donde la capa de tela no tejida tendida en húmedo (1) está situada en un lado de entrada de aire.

60

65

[FIG. 1]

