

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 014 932**

51 Int. Cl.:

D21H 13/08 (2006.01)
D04H 1/28 (2012.01)
D04H 1/4258 (2012.01)
D04H 1/4391 (2012.01)
H01M 50/429 (2011.01)
H01M 50/44 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.07.2021** **PCT/EP2021/071091**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.02.2022** **WO22023394**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.07.2021** **E 21754757 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.12.2024** **EP 4189161**

54 Título: **Uso de fibras de lyocell**

30 Prioridad:

29.07.2020 EP 20188361

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
28.04.2025

73 Titular/es:

LENZING AKTIENGESELLSCHAFT (100.00%)
Werkstrasse 2
4860 Lenzing, AT

72 Inventor/es:

BERGFELD, MICHAEL;
SLATER, PETER ANDREW y
WOODROW, OLIVER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 3 014 932 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

Uso de fibras de lyocell

La presente invención se refiere al uso de fibras de lyocell en un vellón de fibras no tejida. En particular, la presente invención se refiere al uso de determinadas fibras de lyocell específicas en la fabricación de papeles para propósitos tales como un papel de filtración o, en particular, un papel que se va a usar en un separador de baterías.

Técnica Anterior

Las baterías, incluidas las baterías alcalinas (primarias y secundarias) y las de iones de litio, incluyen separadores que comprenden una capa porosa que puede incluir fibras poliméricas. Los separadores de película polimérica son los más utilizados, aunque también se han empleado separadores obtenidos a partir de fibras inorgánicas no poliméricas. Tales separadores sirven para evitar una conexión eléctrica entre el ánodo y el cátodo de la batería, o un cortocircuito.

Las fibras celulósicas se emplean ampliamente en papeles separadores de baterías debido a su capacidad para absorber y retener los electrolitos. Sin embargo, algunas de estas fibras celulósicas (como el rayón o la pulpa mercerizada) tienen una capacidad de fibrilación pobre y, por lo tanto, no permiten obtener separadores de baterías con las propiedades deseadas en términos de densidad, porosidad y estabilidad dimensional.

Las fibras celulósicas del género lyocell son conocidas por su capacidad de fibrilación y se emplean en separadores de baterías. Las fibras de lyocell se hilan a partir de una solución de celulosa en un óxido de amina terciaria.

Gracias a las fibrillas finas y largas, los separadores obtenidos con estas fibras de lyocell fibriladas tienen una porosidad adecuada, la movilidad de los iones dentro de la batería es muy buena y la eficiencia de la batería es alta. Las fibrillas se entrelazan muy bien durante la fabricación del papel y forman una estructura densa con baja contracción y alta estabilidad dimensional. Además, el tamaño medio de los poros es pequeño, lo que representa una barrera para las dendritas.

El uso de fibras de lyocell en separadores de baterías se ha divulgado en los documentos EP 0 572 921 A1, US 2007/0014080 A1, US 2010/0310921 y US 2009/0017385 A1. El documento WO 97/37392 describe un separador de baterías obtenido a partir de una película de celulosa formada a partir de una solución de celulosa en un óxido de amina. Otro estado de la técnica lo proporciona el documento US 5,700,700 y el documento DE 198 55 644.

Los documentos WO 2013/159948 y WO 2014/127828 A1 divulgan el uso de fibras de lyocell con propiedades específicas en un separador de batería.

El documento US 3,318,990 divulga el uso de fibras planas huecas de viscosa en papeles brillantes y transparentes.

Las fibras de viscosa deben modificarse con polímeros hinchables en agua para que sean adecuadas para este propósito.

Para lograr el rendimiento más favorable, las fibras celulósicas utilizadas en papeles, especialmente papeles con propósito de filtración y papeles separadores de baterías requieren ser fibriladas antes del proceso de obtención de la lámina. Este proceso, llamado refinado, es un proceso que requiere mucho tiempo y energía. Además de la fibrilación, el refinado de las fibras celulósicas hasta un alto grado de deshilachado tiene el efecto perjudicial al reducir la longitud promedio de las fibras que se van a refinar. Las consecuencias de esto son propiedades mecánicas inferiores de la lámina separadora resultante.

La fibrilación de las fibras de lyocell se produce en las regiones superficiales de las fibras. Esto significa que incluso cuando las fibras de lyocell se fibrilan a niveles altos de deshilachado, las regiones centrales de las fibras permanecen sin fibrilar, formando un núcleo residual de cada una de las fibras individuales.

Una lámina se forma cuando se superponen al menos dos (2) capas de fibras fibriladas. Esto significa que el espesor mínimo de la lámina es proporcional al espesor de las fibras fibriladas que la forman.

Una fibra de lyocell estándar tiene una sección transversal esencialmente redonda, por lo que una fibra de lyocell de sección transversal redonda con un título de 1,7 dtex tiene un diámetro de aproximadamente 12 µm en estado seco. Tras una fibrilación extensiva, el diámetro residual del núcleo es de 10 µm de media. Se pueden producir fibras de lyocell con un diámetro reducido realizando ajustes adecuados a las condiciones de hilado de la fibra. Las fibras de lyocell también se pueden fibrilar mediante refinado a altos grados de deshilachado, por ejemplo SR de 80 ° (grado Schopper Riegler). El diámetro residual del núcleo de las fibras después de refinado es aproximadamente 2 µm menor que el diámetro original de las fibras de lyocell iniciales. El diámetro de fibra más pequeño alcanzado hasta ahora en ensayos de hilado a pequeña escala fue de aproximadamente 8 µm y el diámetro residual del núcleo resultante alcanzado después de refinar estas fibras de 8 µm de diámetro fue de aproximadamente 6 µm. Producir títulos más pequeños (y, por lo tanto, diámetros de núcleos residuales más pequeños) es un desafío técnico y económico.

Otro estado de la técnica se refiere al documento JP 2000 030687 A que divulga un material no tejido húmedo para su uso como un separador de baterías.

Divulgación de la invención

Todavía existe la necesidad de que los vellones no tejidos, especialmente papeles, tengan suficiente resistencia incluso con un espesor muy bajo.

La presente invención tiene como objetivo proporcionar tales vellones no tejidos mejorados.

- 5 Esta tarea se resuelve mediante el uso de una fibra de lyocell para la fabricación de un vellón de fibra no tejida según la reivindicación 1.

Las realizaciones preferidas de la invención se establecen en las reivindicaciones dependientes.

Además, el objetivo expuesto anteriormente se soluciona mediante un vellón de fibras no tejidas según la reivindicación 6.

- 10 Nuevamente, las realizaciones preferidas se establecen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describen realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos. Las figuras 1 a 6 muestran:

- 15 Fig. 1 un dibujo esquemático que representa la sección transversal de una fibra de lyocell para su uso en la fabricación de un vellón de fibra no tejida con una relación de aspecto de la sección transversal según la invención,
- Fig. 2 un dibujo esquemático de la sección transversal de un vellón de fibra no tejida según la presente invención,
- Fig. 3a una micrografía SEM de un vellón de fibra no tejida en vista superior según una primera realización de la invención,
- 20 Fig. 3b dibujo esquemático de la vista superior de la Fig. 3a con contornos trazados,
- Fig. 4a una micrografía SEM del vellón de fibra no tejida que se muestra en la Fig. 3 en vista en sección transversal,
- Fig. 4b dibujo esquemático de la vista en sección transversal de la Fig. 4a con contornos trazados,
- Fig. 5a una micrografía SEM de un vellón de fibra no tejida comparativo en vista superior a partir de fibras de lyocell redondas estándar.
- 25 Fig. 5b dibujo esquemático de la vista superior de la Fig. 5a con contornos trazados,
- Fig. 6a una micrografía SEM del vellón de fibra no tejida que se muestra en la Fig. 5 en vista en sección transversal, y
- Fig. 6b dibujo esquemático de la vista en sección transversal de la Fig. 6a con contornos trazados.

Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a una fibra de lyocell para su uso en la fabricación de un vellón de fibra no tejida, en donde la fibra de lyocell presenta una relación de aspecto de la sección transversal de al menos 1,8.

- 35 La relación de aspecto de la sección transversal de la fibra se define como la relación entre el ancho y la altura de un rectángulo mínimo que delimita la sección transversal de la fibra. El rectángulo mínimo que delimita es el rectángulo más pequeño que circunscribe el perímetro de la sección transversal de la fibra. El ancho del rectángulo que delimita se mide a lo largo de la dirección más larga de la sección transversal de la fibra. En otra realización preferida, la fibra de lyocell presenta una relación de aspecto de la sección transversal de entre 2 y 10.

- 40 Sorprendentemente, se ha descubierto que las fibras de lyocell con una sección transversal modificada, es decir, con una relación de aspecto de la sección transversal como la definida anteriormente, producidas con parámetros de proceso equivalentes y con el mismo título, en comparación con las fibras de lyocell redondas estándar, requieren menos energía y tiempo para refinarse hasta un nivel equivalente. Esto ahorra tiempo y costes operativos. Por lo tanto, se puede obtener un proceso de fabricación más eficiente utilizando dichas fibras.

- 45 Las fibras de lyocell con una relación de aspecto de la sección transversal modificada conservan un núcleo sólido no fibrilado después del refinado, que presenta una sección transversal esencialmente ovalada. Las fibras de lyocell fibriladas comprenden además fibrillas delgadas que sobresalen de dichos núcleos sólidos.

En realizaciones preferidas, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas presentan una relación k promedio

de aspecto de la sección transversal como se define más adelante de al menos 1,5.

Las fibrillas que sobresalen de los núcleos sólidos pueden presentar una distribución de ancho de aproximadamente 100 nm a aproximadamente 10 µm.

- 5 Además, se ha descubierto sorprendentemente que, al convertir dichas fibras fibriladas en un vellón de fibras no tejidas, las fibras se alinearon dentro del vellón de fibras formado de tal manera que el eje más delgado de las fibras era perpendicular al plano de la lámina. Esto permite la producción de un vellón de fibras no tejidas muy delgado que aún tiene suficientes propiedades de tracción, como la resistencia.

El término fibra de "lyocell", como es bien conocido por el artesano experto, denota una fibra celulósica artificial hilada a partir de una solución de celulosa no derivatizada en un disolvente orgánico.

- 10 El tipo más común de fibras de lyocell en la actualidad, y una realización especialmente preferida de la presente invención, es una fibra de lyocell hilada según el proceso de óxido de amina. Se entiende bien que un proceso de óxido de amina incluye al menos las etapas de: (1) disolver celulosa en un disolvente de óxido de amina, preferiblemente a temperatura elevada, para crear una solución; (2) hilar la solución (preferiblemente a aproximadamente 100 °C) y hacer pasar la solución moldeada por un espacio de aire; y (3) añadir la solución moldeada a un baño de hilado y precipitar la celulosa.

El disolvente de óxido de amina es preferiblemente N-metil-morfolina-N-óxido (NMMO) acuoso.

- 20 A los efectos de la presente invención, el término "vellón de fibra no tejida" denota cualquier vellón de fibra formado por el enredo de fibras o filamentos y su unión mediante enlaces mecánicos, térmicos, químicos o de hidrógeno a nivel de fibra. Por el contrario, los tejidos se forman mediante un proceso de tejido que implica hilos, pero normalmente no están unidos a nivel de fibra. El término "vellón de fibra no tejida" incluye no tejidos producidos mediante técnicas como el hilado (hidroentrelazado), el punzonado o similares. El término "vellón de fibra no tejida" incluye particularmente papeles.

En una realización preferida de la presente invención, la fibra de lyocell es una fibra plana, es decir, tiene una sección transversal sustancialmente rectangular.

- 25 Sin embargo, también se pueden utilizar otras fibras de lyocell con una sección transversal modificada, es decir, con una sección transversal que se desvía de una sección transversal esencialmente redonda. Ejemplos de tales fibras incluyen fibras multilobulares, como fibras con forma de "Y" o "X", u otras fibras con una sección transversal no redonda, como fibras con forma de "8", siempre que la relación de aspecto de la sección transversal de dichas fibras cumpla con la provisión anterior.

- 30 En el caso de una fibra plana, la fibra plana de lyocell puede haberse producido hilando una solución de celulosa a través de una matriz que tiene una abertura rectangular. El documento WO 2010/071906 divulga esta forma de producir una fibra plana.

- 35 Alternativamente, la fibra puede producirse mediante un proceso como el descrito en el documento WO 2007/143761 mediante la extrusión de la solución a través de una hilera que tiene varias aberturas redondas ubicadas adyacentes entre sí, de modo que los filamentos extruidos a través de estas aberturas se fusionan y forman una sección transversal que, por ejemplo, es esencialmente rectangular.

La fibra utilizada en la presente invención presenta preferiblemente un título de entre 0,5 dtex y 10 dtex, preferiblemente de más de 1 dtex.

- 40 Se ha descubierto que, especialmente en el caso de fibras planas, las fibras que tienen un título más alto que una fibra de lyocell estándar con sección transversal redonda, por ejemplo con un título de 1,7 dtex, se pueden fibrilar y formar un vellón de fibra no tejida, teniendo el vellón de fibra no tejida resultante un espesor menor que el de una lámina formada a partir de dicha fibra de lyocell estándar con sección transversal redonda. Esto se debe al sorprendente descubrimiento de que las fibras se alinean horizontalmente, es decir, con su eje más delgado perpendicular al plano de la lámina.

- 45 Como se ha mencionado anteriormente, las fibras de lyocell utilizadas según la invención sorprendentemente requieren menos energía y tiempo para refinarse hasta un nivel de fibrilación equivalente. Esto ahorra tiempo y costes operativos.

- 50 El objetivo del refinado es fibrilar la fibra y, al mismo tiempo, minimizar el efecto secundario de acortar la longitud de la fibra. Tiempos de refinado más largos/mayor energía de refinado conducen a un mayor acortamiento de la longitud de la fibra, lo que a su vez conduce a propiedades mecánicas del vellón de fibra no tejida resultante más deficientes. Por lo tanto, es deseable utilizar menos energía de refinado y, aun así, lograr el nivel deseado de fibrilación.

Se ha comprobado que una fibra de lyocell con una relación de aspecto de la sección transversal según la invención tiene una mejor tendencia a la fibrilación que una fibra de lyocell estándar redonda comparable. Por tanto, aparentemente, las longitudes de fibra residuales de la fibra plana no se ven tan comprometidas (reducidas) en

comparación con las fibras redondas durante el refinado hasta el mismo grado de deshilachado. Por tanto, los vellones de fibra no tejida fabricados únicamente a partir de fibras planas muestran propiedades mecánicas mucho mejores que las láminas fabricadas a partir de una fibra redonda fibrilada comparable.

5 La tenacidad, la resistencia al desgarro y la resistencia al estallido de los vellones de fibras no tejidas fabricados a partir de fibras según la invención están aumentados en comparación con un vellón de fibras no tejidas fabricado a partir de fibras estándar redondas. En algunas realizaciones, la tenacidad puede aumentarse al menos en un 50 %, la resistencia al desgarro puede aumentarse al menos en un 100 % y la resistencia al estallido puede aumentarse al menos en un 130 %.

10 La presente invención se refiere además a un vellón de fibra no tejida que comprende fibras de lyocell, comprendiendo el vellón de fibra no tejida al menos dos capas de fibras de lyocell fibriladas, teniendo las fibras de lyocell fibriladas núcleos sólidos y fibrillas que sobresalen de dichos núcleos, estando entremezcladas las fibras y fibrillas para formar el vellón de fibra, incrustando los núcleos sólidos en el mismo, con lo que los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas tienen una relación k de media aspecto de la sección transversal de al menos 1,5.

15 En una realización preferida adicional, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas tienen una relación k promedio de aspecto de la sección transversal de al menos 1,8, preferiblemente de al menos 2,0, más preferiblemente de al menos 2,2.

La relación k promedio de aspecto transversal de los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas se define como

$$k = b/h, \quad (1)$$

20 donde b es el ancho medio visible de los núcleos sólidos en la vista superior microscópica del vellón de fibra y h es la altura media visible de los núcleos sólidos en la vista transversal microscópica del vellón de fibra.

Al tomar un corte en sección transversal de un vellón de fibras, los núcleos sólidos de las fibras se cortan en diferentes ángulos, por lo que el ancho de los núcleos sólidos (perpendicular al eje longitudinal de la fibra) no se puede determinar de manera fiable a partir de una vista de sección transversal. Por lo tanto, la determinación de la relación k promedio de aspecto de la sección transversal debe dividirse en la determinación independiente del ancho b medio visible y la altura h media visible de los núcleos sólidos.

25 El ancho b medio visible de los núcleos sólidos se puede determinar de forma segura tomando una vista superior de un vellón de fibras (por ejemplo, mediante micrografías SEM) y obteniendo varias mediciones de ancho de los núcleos sólidos visibles perpendiculares a la dirección de alargamiento de las fibras y calculando el valor promedio de los mismos. Las mediciones se toman en posiciones con un ancho esencialmente consistente de los núcleos sólidos, es decir, no en las regiones fuertemente fibriladas de las fibras fibriladas.

30 Por otra parte, la altura h media visible de los núcleos sólidos se puede determinar tomando una vista en sección transversal del vellón de fibras (por ejemplo, mediante micrografías SEM). Debido a las diferentes direcciones de alargamiento de los núcleos sólidos en el vellón de fibras, los núcleos sólidos se cortan en diferentes ángulos y, por lo tanto, las secciones transversales de los núcleos sólidos pueden aparecer alteradas o incluso "borrosas". Por lo tanto, para obtener mediciones fiables y representativas de la altura de los núcleos sólidos, se toman mediciones de altura solo de varios núcleos sólidos distintivos y claramente discernibles y se calcula el valor promedio de las mismas. Se debe tener cuidado de no obtener mediciones en las regiones fuertemente fibriladas de las fibras.

35 La relación k promedio de aspecto de la sección transversal representa, por tanto, la relación entre el ancho medio de los núcleos sólidos y la altura media de los núcleos sólidos, determinada en posiciones de ancho y altura sustancialmente consistentes de los núcleos sólidos. Esta medida a su vez se correlaciona con la relación de aspecto de la sección transversal de las fibras de lyocell (no fibriladas) según la invención, determinada a partir del rectángulo delimitador mínimo que circunscribe el perímetro de la sección transversal de la fibra de lyocell.

40 Sin embargo, debido a la fibrilación de las fibras de lyocell en el proceso de refinado, la relación de aspecto de la sección transversal de los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas puede alterarse con respecto a la relación de aspecto de la sección transversal de las fibras de lyocell antes del refinado.

45 Si los núcleos sólidos presentan una relación k promedio de aspecto transversal según la invención, se puede obtener un vellón de fibras no tejidas en donde las fibras fibriladas están alineadas de manera que el eje más delgado de los núcleos sólidos es perpendicular al plano del vellón de fibras no tejidas. De este modo, se puede obtener un vellón de fibras no tejidas muy delgado sin comprometer sus propiedades de resistencia mecánica y tracción.

50 Preferiblemente, el Vellón de fibras no tejidas puede obtenerse a partir de procesos de fabricación de vellones de fibra que utilizan fibras de lyocell como se define anteriormente.

En otra realización más, el vellón de fibra no tejida es un papel.

El espesor del vellón de fibra no tejida puede ser preferiblemente de 20 μm o menos, más preferiblemente de 10 μm

o menos.

En otra realización más preferida, el vellón de fibra no tejida se compone esencialmente de fibras de lyocell.

5 En otra realización, el vellón de fibra no tejida puede consistir en mezclas que incluyen fibras de lyocell. El experto en la materia puede incluir de este modo otras fibras adecuadas en el vellón de fibra no tejida, siempre que se consiga el efecto reivindicado. Tales otras fibras pueden incluir, por ejemplo, fibras de celulosa natural como pulpa de madera, cáñamo, sisal, lino, abacá, kenaf, esparto, etc., polímeros sintéticos como poliéster, poliamida, alcohol polivinílico, poliolefina, aramida, etc., o fibras inorgánicas, como fibras de vidrio, etc.

10 En otra realización, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas presentan una altura media de 10 μm o menos, más particularmente de 7 μm o menos, preferiblemente de 4,5 μm o menos. Debido a la altura máxima de los núcleos sólidos de las fibras planas, se puede lograr un vellón de fibras no tejidas muy fino, que es adecuado como separador de baterías.

En una realización aún adicional, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas presentan un ancho medio de al menos 15 μm , más particularmente de entre 20 y 40 μm .

15 Por ejemplo, si se utiliza una fibra plana de lyocell con un título de aproximadamente 2,7 dtex y una relación de aspecto de la sección transversal de aproximadamente 4 para la fabricación del vellón de fibra, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas presentan alturas medias en el rango de 5-8 μm y anchos medios en el rango de 15-30 μm .

Cuando se utilizan fibras planas de lyocell con títulos distintos de 2,7 dtex, los anchos y alturas medios de los núcleos sólidos variarán en consecuencia, dependiendo de la relación de aspecto de la sección transversal de las fibras planas de lyocell según la invención.

20 También se divulga en este documento un método para fabricar un vellón de fibra no tejida que comprende fibras de lyocell, que comprende las etapas de

- proporcionar una fibra de lyocell que tenga una relación de aspecto de la sección transversal de al menos 1,8, preferiblemente de 2 a 10
- refinar la fibra de lyocell para formar fibras de lyocell fibriladas
- 25 • formar el vellón de fibra no tejida enredando al menos las fibras de lyocell fibriladas y uniéndolas entre sí a nivel de fibra.

En un aspecto adicional de la invención, las fibras de lyocell fibriladas después del refinado comprenden núcleos sólidos y fibrillas que sobresalen de dichos núcleos. Después del refinado, los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas tienen una relación k promedio de aspecto transversal de al menos 1,5.

30 En un aspecto incluso adicional de la invención, la unión de las fibras de lyocell fibriladas a nivel de fibra implica entremezclar las fibras y las fibrillas para formar el vellón de fibra, incrustando los núcleos sólidos en el mismo.

Para todos los aspectos del método de fabricación de un vellón de fibra no tejida, la discusión de las realizaciones preferidas descritas anteriormente y a continuación se aplica por igual.

A continuación se describen realizaciones preferidas de la invención con referencia a las figuras.

35 La Fig. 1 muestra un dibujo esquemático de una fibra 1 de lyocell para su uso en la fabricación de un vellón de fibra no tejida. La fibra 1 de lyocell presenta una forma esencialmente no redonda y puede estar delimitada por un rectángulo 2 mínimo delimitador, que representa el rectángulo más pequeño que delimita el perímetro de la sección transversal de la fibra.

40 La relación de aspecto de la sección transversal de la fibra 1 se puede obtener dividiendo el ancho 3 del rectángulo 2 delimitador mínimo por la altura 4 del rectángulo 2 delimitador mínimo. El ancho 3 de la fibra 1 se mide a lo largo de la dirección 5 más larga de la sección transversal de la fibra, mientras que la altura 4 de la fibra 1 se mide a lo largo de la dirección 6 más corta de la sección transversal de la fibra. Para la fibra 1 representada esquemáticamente en la Fig. 1, la relación de aspecto de la sección transversal es de 2,26.

45 Para simplificar, se supone que la fibra 1 se extiende a lo largo del eje y , mientras que la dirección 5 larga de la sección transversal de la fibra coincide con el eje x y la dirección 6 corta de la sección transversal de la fibra coincide con el eje z .

Debido a la sección transversal modificada (plana), la fibra 1 requiere mucho menos energía y tiempo para refinarse hasta un nivel equivalente (de ligereza) que las fibras redondas estándar. De este modo, se puede obtener una fabricación más rentable de vellones de fibras no tejidas.

50 En la Fig. 2 se representa esquemáticamente tal vellón 10 de fibras no tejidas. El vellón 10 de fibras no tejidas

comprende capas 11, 12 que consisten en fibras 13 de lyocell fibriladas. Las fibras 13 de lyocell fibriladas consisten, por tanto, en núcleos sólidos 14 y fibrillas 15 que sobresalen de dichos núcleos sólidos 14.

Según el dibujo esquemático simplificado de la Fig. 2, las fibras 13 están orientadas principalmente, es decir, se extienden, a lo largo del eje y, mientras que el vellón 10 de fibra no tejida se extiende en el plano x/y. Sin embargo, en otras realizaciones, las fibras 13 de lyocell fibriladas pueden estar orientadas a lo largo de cualquier dirección en el plano x/y, superponiéndose así de forma aleatoria.

Las capas 11, 12 y, por tanto, todo el vellón 10 de fibras no tejidas, están formadas por las fibrillas 15 entremezcladas, con lo que los núcleos sólidos 14 están incrustados en la densa red de fibrillas 15 entremezcladas que forman el vellón 10 de fibras.

La relación k promedio de aspecto de la sección transversal de las fibras no tejidas dentro del vellón 10, definida a través de la fórmula (1) como la relación entre el ancho b medio visible y la altura h media de los núcleos sólidos 14, asciende por lo tanto a al menos 1,5. Los núcleos sólidos 14 pueden estar igualmente circunscritos por un rectángulo 16 de delimitación mínimo, que representa la relación k de aspecto de la sección transversal. El ancho 7 visible se puede determinar preferiblemente a partir de una vista superior del vellón 10 de fibra y se deben tomar mediciones en diferentes posiciones de diferentes núcleos sólidos 14 para calcular el ancho b visible medio del mismo. La determinación de los anchos 120 visibles de los núcleos sólidos 110 se demuestra en las Figs. 3a y 3b para un vellón 100 de fibra según el ejemplo 1 como se describe en la sección de ejemplos a continuación. Es menos preferible determinar los anchos 7 a partir de una vista en sección transversal como se representa esquemáticamente en la Fig. 2, ya que dicha vista en sección transversal puede sobreestimar los anchos 7 debido a cortes no perpendiculares de las fibras 13. Por otra parte, las alturas 8 de los núcleos sólidos 14 se pueden determinar a partir de una vista en sección transversal del vellón 10 de fibra, con lo que la altura h media se debe calcular a partir de mediciones de varios núcleos sólidos 14. Tal determinación de las alturas 130 de los núcleos sólidos 110 a partir de una vista en sección transversal se demuestra en las Figs. 4a y 4b para el vellón 100 de fibra según el ejemplo 1.

Es preferible determinar el ancho b visible medio y la altura h media a partir de mediciones del ancho 7 y la altura 8 de al menos 5 (cinco) núcleos sólidos 14, más preferiblemente de al menos 8 (ocho) núcleos sólidos 14, respectivamente. La vista superior para determinar los anchos 7 de los núcleos sólidos 14 cubre preferiblemente un área específica de al menos 0,2 mm², más preferiblemente de al menos 0,4 mm² del vellón 10 de fibra. La vista en sección transversal para determinar las alturas 8 de los núcleos sólidos 14 cubre preferiblemente una distancia a lo largo de la sección transversal de al menos 150 μm, más preferiblemente de al menos 200 μm, del vellón 10 de fibra.

En una realización preferida, la relación k promedio de aspecto de la sección transversal del vellón de fibra no tejida asciende a al menos 2,0.

Las fibras 13 se alinean predominantemente con su dirección corta de la sección transversal a lo largo del eje z 6, por lo tanto, la gran mayoría de las fibras 13 se encuentran esencialmente planas en el plano x/y. El vellón 10 de fibra no tejida tiene así un espesor d menor que el de un vellón de fibra no tejida formado a partir de fibras de lyocell estándar que tienen una sección transversal redonda. De este modo se puede obtener un vellón 10 de fibra mucho más fino.

Se pueden ejecutar otras realizaciones de la presente invención, que no se muestran en las figuras, dentro del alcance de las reivindicaciones. Las figuras y realizaciones presentadas anteriormente no limitan el alcance de protección.

Ejemplos

A continuación se muestran las ventajas de la invención mediante ejemplos comparativos e inventivos. No obstante, se advierte que los ejemplos que se presentan a continuación son meramente ilustrativos y no limitan el alcance de la invención.

De este modo, las fibras de lyocell con una relación de aspecto de la sección transversal según la invención se han producido mediante el método de producción que se describe a continuación.

Producción de fibra

Se mezcló una pulpa de celulosa con un disolvente de óxido de amina/agua para producir una masa de hilado de lyocell. Se evaporó el agua al vacío hasta que se disolvió la pulpa. Después de la disolución, la concentración de pulpa en la masa era del 13 %. La masa de hilado resultante se filtró y se transportó a una bomba de hilado.

La masa se extruyó mediante una bomba de hilado a través de una hilera con orificios de extrusión modificados a 115 °C y a una velocidad de 0,05 g/min por orificio para producir las fibras con sección transversal modificada. Las fibras se extruyeron desde la hilera hacia un espacio de aire de aproximadamente 30 mm de altura. En dicho espacio de aire, las fibras se acondicionaron luego con una corriente de aire transversal a ~ 20 °C, con 8,6 g H₂O/kg de aire seco y una velocidad lineal de 4,2 m/s.

Finalmente, las fibras se coagularon en un baño de centrifugado que contenía una solución de óxido de amina al 25% y luego se transportaron a otras etapas de acabado mediante rodillos. De este modo, las fibras se produjeron a una

velocidad de ~ 30 m/min para lograr el título deseado de 2,7 dtex. A intervalos adecuados, el cable de fibra producido se cortó y se lavó en agua desmineralizada para eliminar todos los rastros de óxido de amina en la fibra y obtener estopas del mismo.

- 5 Las estopas se produjeron en consecuencia durante dos días de ensayos, se etiquetaron y se almacenaron en bolsas de plástico para ser entregadas para la aplicación del acabado suave.

Para aplicar el acabado suave, se extrajo la estopa de su bolsa de plástico y se escurrió el agua restante con un Foulard a 5 bar. Se preparó el acabado suave y se sumergió la estopa en una solución acuosa de acabado, de modo que se logró un nivel de aplicación de acabado del 0,2 % (peso sobre fibra). A continuación, el estopa terminada se secó durante 48 h en un armario de secado a 65 °C, tras lo cual se entregó para el corte.

- 10 Para el corte, la estopa seca y terminada se cortó con una guillotina de hoja en longitudes de 5 mm. Las fibras de sección transversal modificada cortadas se almacenaron en bolsas de plástico transparente y se entregaron al refinado.

Refinado

- 15 En el proceso de refinado, las fibras de sección transversal modificada cortadas, acabadas y secas se refinaron en un refinador de disco único con una distancia entre placas de 0,35 mm y una concentración del 0,6%, para fibrillar las fibras. De este modo, las fibras se refinaron hasta alcanzar un grado de deshilachado SR de 80°. El contenido seco después del refinado y la deshidratación ascendió a aproximadamente el 20%. Finalmente, 500 g de la fibra refinada se almacenaron en una bolsa de plástico y se mantuvieron refrigeradas a 4 °C hasta la producción de los vellones de fibras no tejidas.

Producción de vellón de fibra no tejida

- 20 Para la producción de vellones de fibras no tejidas según la invención, se utilizaron fibras de sección transversal modificada refinadas al 100%, obtenidas según el método descrito anteriormente. El contenido seco de las fibras se midió y fue del 18,74% antes de la producción. Después de determinar el contenido seco, se determinó y pesó la cantidad de fibras necesarias para la producción de un vellón de fibras no tejidas de 30 g/m². Las fibras pesadas se dispersaron en un mezclador con 1 L de agua a 3000 rpm durante 45 s. A continuación, la suspensión resultante se transfirió a un dispersor donde la suspensión se diluyó aún más con 2 L de agua y se roció durante 10 s con gas. Inmediatamente después del rociado, el agua se drenó para formar un vellón de fibras no tejidas sobre la parte superior de un filtro. Se colocó una lámina de aproximadamente 1 mm de espesor sobre el vellón de fibras resultante para crear una pila de filtro, vellón y lámina, que luego se secó al vacío a 92 °C durante 10 min. A continuación, se retiró la lámina y el vellón de fibra del filtro. El vellón de fibra se conservó en una funda transparente hasta su posterior análisis.

Métodos de medición

- 30 Para obtener micrografías SEM (microscopía electrónica de barrido), se cortó una muestra de aproximadamente 1 cm² del centro de la tela no tejida fabricada según el método descrito anteriormente. La muestra cortada se pulverizó con Au durante 120 s. Para las mediciones, se utilizó un microscopio electrónico de barrido FEI Quanta 450 a 5 kV con los siguientes ajustes: Spot 3, HV, EDT, WD10.
- 35 La fuerza de rotura y el alargamiento de las muestras se midieron según la norma DIN EN ISO 1924-2 de 2009. Antes de las mediciones, se troquelaron muestras de 50 mm × 100 mm en el centro de la tela no tejida y se acondicionaron durante 24 h a 23 °C y 50 % de humedad. Las mediciones se tomaron con un comprobador de materiales ZWICK ROELL Z2.5, utilizando los siguientes ajustes: celda de carga: 200 N, espacio de sujeción: 80 mm, velocidad de desplazamiento 20 mm/min. Las mediciones se obtuvieron como valores promedio de 10 muestras.
- 40 La resistencia al desgarro se midió según NWSP 100.2.R1 (15). Se troquelaron muestras de 75 mm × 150 mm del centro del vellón de fibra no tejida y se acondicionaron durante 24 h a 23 °C y 50% de humedad. Las mediciones se realizaron nuevamente con un comprobador de materiales ZWICK ROELL Z2.5, utilizando los siguientes ajustes: celda de carga: 200 N, espacio de sujeción: 25 mm, velocidad transversal de 100 mm/min, se detuvo cuando se alcanzó una longitud transversal de 40 mm. Las mediciones se obtuvieron como valores promedio de 5 muestras.
- 45 La resistencia al estallido se midió según WSP 110.5(05). Para ello, se troquelaron muestras de 100 mm × 100 mm en el centro del vellón de fibra no tejida y se acondicionaron durante 24 h a 23 °C y 50 % de humedad. La muestra se fijó en la parte inferior de un comprobador de materiales ZWICK ROELL Z2.5 y se movió una bola opuesta sobre la superficie del papel hasta que se midió una fuerza mínima de 0,25 N. A continuación, la bola se movió ligeramente hacia atrás hasta que se midió una fuerza de 0 N. A continuación, la bola de troquelado se movió a 300 mm/min a través de la muestra. Las mediciones se obtuvieron como valores promedio de 5 muestras.
- 50

Resultados y discusión

Se fabricaron láminas de vellón de fibra (papel) a pequeña escala que comprendían fibras de lyocell de sección transversal plana según el método de producción descrito anteriormente. El examen microscópico por SEM mostró que las fibras estaban alineadas dentro de la lámina de tal manera que la dirección de su eje de sección transversal

más delgado era perpendicular al plano de la lámina, por lo tanto alineadas a lo largo del eje z, como se representa esquemáticamente en la Fig. 2.

Las fibras de lyocell de sección transversal plana conservaron un núcleo no fibrilado después del refinado, que presentaba una sección transversal esencialmente no redonda. Se midieron los anchos de los núcleos residuales de las fibras de lyocell de sección transversal plana fibriladas y se determinó su espesor a lo largo del eje más delgado (eje z). Las fibras hiladas inicialmente con una densidad lineal promedio (título) de aproximadamente 2,7 dtex y una relación de aspecto de la sección transversal de aproximadamente 3,6 presentaron espesores en el eje z de aproximadamente 7 a 7,7 μm . Después del refinado a SR de 80°, los espesores en el eje z de los núcleos residuales se redujeron y oscilaron entre aproximadamente 3 y 7 μm . Cuando se utilizan para formar láminas de papel, el espesor mínimo alcanzable de la lámina es proporcional al espesor en el eje z de las fibras de sección transversal plana.

De ello se deduce que, a pesar de su alto título, la fibra plana fibrilada puede utilizarse aún para producir un papel separador adecuadamente fino. Dependiendo de las hileras empleadas y de los parámetros de proceso utilizados, se pueden producir geometrías variables, así como títulos más pequeños. Esto, a su vez, reduciría aún más el espesor residual y permitiría la producción de hojas aún más delgadas. Se espera que el factor limitante sean las propiedades mecánicas deseadas de la lámina producida, que a su vez mejoran cuando se utilizan fibras planas en lugar de fibras redondas estándar.

Gracias a sus propiedades mecánicas mejoradas, las fibras planas se pueden utilizar para producir una lámina notablemente estable pero delgada con un espesor de menos de 10 μm .

Ejemplo 1

Se produjo un vellón 100 de fibras no tejidas ilustrativo según la invención (ejemplo 1) según el método de producción descrito anteriormente, utilizando fibras de lyocell de 2,7 dtex con una relación de aspecto de la sección transversal promedio de 3,57, un ancho medio de 26,21 μm y una altura media de 7,34 μm . Se investigaron los anchos y alturas de las fibras mediante micrografías SEM de sección transversal de varias muestras seleccionadas al azar. Entre estas muestras, no se encontró ninguna fibra individual (no fibrilada) con una relación de aspecto de la sección transversal inferior a 3.

En las Figs. 3a y 4a se muestran micrografías SEM del vellón 100 de fibra no tejida fabricado del ejemplo 1. La Fig. 3a muestra una vista superior y la Fig. 4a una vista en sección transversal del vellón 100 de fibra. Las Figs. 3b y 4b muestran contornos trazados de las micrografías SEM representadas en las Figs. 3a y 4a, respectivamente.

En la vista superior de la Fig. 3a, se pueden distinguir varios núcleos sólidos 110 del vellón 100 de fibras. Como se muestra en la Fig. 3b, se seleccionaron varias secciones distintivas de dichos núcleos sólidos 110, que presentan un ancho sustancialmente consistente y no están situadas en las regiones fuertemente fibriladas de las fibras, y se determinaron los anchos 120 visibles de las mismas. Las secciones seleccionadas de los núcleos sólidos 110 están marcadas en la Fig. 3a con crucetas. Las medidas de ancho de las seis secciones seleccionadas se enumeran en la Tabla 1.

También en la micrografía SEM de sección transversal mostrada en la Fig. 4a, se pueden distinguir varios núcleos sólidos 110, incrustados en una red de fibrillas. Como se muestra esquemáticamente en la Fig. 4b, se seleccionaron cuatro núcleos sólidos 110 distintivos para la determinación de las alturas 130 visibles de los núcleos sólidos. De este modo, solo se seleccionaron núcleos sólidos 110 claramente discernibles que se cortaron en un ángulo cercano a 90° y que no muestran signos de fibrilación fuerte. Los núcleos sólidos 110 seleccionados están marcados nuevamente en la Fig. 4a con crucetas. Las mediciones de altura de dichos cuatro núcleos sólidos 110 seleccionados se enumeran en la Tabla 2.

Tabla 1: Medidas de anchos (120) de núcleos sólidos (110) seleccionados en el ejemplo 1.

Medidas	1	2	3	4	5	6
Ancho (120) de núcleos sólidos (110) [μm]	15,15	16,36	17,57	16,96	12,12	15,15

Tabla 2: Medidas de alturas (130) de núcleos sólidos (110) seleccionados en el ejemplo 1.

Medidas	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Altura (130) de los núcleos sólidos (110) [μm]	10,19	6,94	9,26	5,56	5,74	5,37	7,22	6,20	5,37

Calculando los valores medios de los anchos (120) y alturas (130) determinados según las Tablas 1 y 2, el vellón 100 de fibras no tejidas inventivo del ejemplo 1 presenta una anchura b media de los núcleos sólidos de 15,55 μm y una altura h media de los núcleos sólidos de 6,87 μm . Por tanto, la relación k promedio de aspecto de la sección transversal de los núcleos sólidos es de 2,26.

- 5 En otros ejemplos inventivos según la descripción anterior, que no se han representado en las figuras, la relación k promedio de aspecto de la sección transversal se determinó en 2,24, 1,92 y 2,04, respectivamente.

Ejemplo comparativo 2

- 10 Se produjo un ejemplo comparativo de un vellón 200 de fibras no tejidas a partir de fibras de lyocell redondas estándar con un título de 2,7 dtex. El vellón se produjo según el método de producción descrito anteriormente. Las fibras de lyocell redondas tenían una relación promedio de aspecto de la sección transversal de 1 y un diámetro medio de 15,1 μm .

En las Figs. 5 y 6 se muestran micrografías SEM de dicho ejemplo comparativo 2. La Fig. 5a muestra nuevamente una vista superior y la Fig. 6a muestra la vista en sección transversal del vellón 200 de fibra. Las Figs. 5b y 6b muestran nuevamente contornos trazados de las micrografías SEM representadas en las Figs. 5a y 6a, respectivamente.

- 15 En la vista superior de la Fig. 5a se pueden identificar varios núcleos sólidos 210 en el vellón 200 de fibras. De dichos núcleos sólidos 210, sólo se pueden seleccionar aquellos para determinar el ancho 220 visible promedio que muestren al menos secciones de ancho sustancialmente constante sin signos de fibrilación fuerte. Se debe tener cuidado de no tomar en consideración las fibrillas que sobresalen de un núcleo sólido. Como se muestra en la Fig. 5b, se seleccionaron cuatro secciones distintivas de dichos núcleos sólidos 210 y se determinaron los anchos 220 visibles de las mismas. Las mediciones de ancho obtenidas de esta manera se resumen en la Tabla 3.

- 20 A partir de la micrografía SEM de sección transversal que se muestra en la Fig. 6a, se puede distinguir nuevamente una serie de núcleos sólidos 210. La Fig. 6b muestra los contornos trazados de la micrografía SEM de la Fig. 6a y destaca cinco núcleos sólidos 210 distintivos, que se seleccionaron para la determinación de las alturas 230 visibles. Nuevamente, se debe tener cuidado al seleccionar los núcleos sólidos 210 para el examen de que solo se seleccionaron núcleos sólidos 210 claramente discernibles que se cortaron en ángulos cercanos a 90° y que no muestran signos de fibrilación fuerte. Las mediciones de altura de los cinco núcleos sólidos seleccionados se enumeran en la Tabla 4.

Tabla 3: Medidas de anchos (220) de núcleos sólidos seleccionados (210) en el ejemplo comparativo 2.

Medidas	1	2	3	4	5
Ancho (220) de núcleos sólidos (210) [μm]	13,51	9,45	13,51	8,11	8,11

Tabla 4: Medidas de alturas (230) de núcleos sólidos seleccionados (210) en el ejemplo de comparación 2.

Medidas	1	2	3	4	5
Altura (230) de los núcleos sólidos (210) [μm]	11,25	9,82	16,34	15,18	11,25

- 30 Calculando los valores medios de los anchos (220) y alturas (230) determinados según las Tablas 3 y 4, el vellón 200 de fibras no tejidas del ejemplo comparativo 2 con fibras de lyocell redondas estándar presenta un ancho b medio de núcleos sólidos de 10,54 μm y una altura h media de núcleos sólidos de 12,77 μm . Por lo tanto, la relación k promedio de aspecto de la sección transversal de los núcleos sólidos (210) asciende a 0,83.

- 35 En otros ejemplos comparativos con fibras de lyocell redondas estándar, que no se han representado en las figuras, se determinó que la relación k promedio de aspecto de la sección transversal era 0,91, 1,04 y 1,31, respectivamente.

En la Tabla 5 (a continuación) se resumen los parámetros y propiedades mecánicas del vellón de fibra no tejida del ejemplo 1, así como la mejora de dichas propiedades en comparación con el vellón de fibra no tejida del ejemplo comparativo 2 elaborado a partir de fibras de lyocell redondas estándar.

40 Discusión

Debido al refinado, la anchura b media y la altura h de los núcleos sólidos se redujeron con respecto a las dimensiones de la fibra (sin refinar) tanto para las fibras de lyocell planas (inventivas) como para las redondas (comparativas) de los ejemplos 1 y 2. Además, la relación k promedio de aspecto de la sección transversal de los núcleos sólidos de la fibra de lyocell plana se reduce a 2,27 con respecto a la relación de aspecto de la sección transversal de la fibra de

lyocell plana sin refinar de 3,57. Sin embargo, esta reducción variará dependiendo del proceso de refinado y sus parámetros e incluso puede variar dentro de un mismo lote. En otros ejemplos (no mostrados), se ha observado que la relación de aspecto de la sección transversal permanece constante o incluso aumenta ligeramente. Se espera un cambio de este tipo en la relación de aspecto de la sección transversal y no es crítico siempre que la relación de aspecto k promedio de la sección transversal de los núcleos sólidos se encuentre dentro de los rangos estipulados por las reivindicaciones.

Como se puede observar en la Tabla 5, al utilizar fibras de lyocell planas modificadas en sección transversal para fabricar un vellón de fibra no tejida, el consumo de energía para refinar las fibras se puede reducir en un 67,5 %, mientras que al mismo tiempo las propiedades de tracción se mejoran notablemente con respecto a las fibras de lyocell redondas estándar.

Tabla 5: parámetros y propiedades del ejemplo 1 y del ejemplo comparativo 2

Ejemplo	Ejemplo 1	Ejemplo comparativo 2	Mejora respecto al ejemplo comparativo 2
Propiedades de las fibras antes del refinado			
Título [dtex]	2,7	2,7	
Tipo de fibra	lyocell (plano)	lyocell (redondo)	
Ancho medio de la fibra [μm]	26,21	15,1	
Altura media de la fibra [μm]	7,34	15,1	
Relación de aspecto transversal media de las fibras	3,57	1	
Entrada de energía para refinación [kWh]	11,2	34,4	- 67,5 %
Propiedades del vellón de fibra fabricado			
Ejemplo	Ejemplo 1	Ejemplo comparativo 2	Mejora respecto al ejemplo comparativo 2
Peso base [g/m^2]	34	28	
Ancho visible medio b de núcleos sólidos [μm]	15,55	10,54	
Altura visible media h de los núcleos sólidos [μm]	6,87	12,77	
Relación de aspecto de la sección transversal media k	2,27	0,83	
Espesor de la fibra de vellón [μm]	110	110	
Resistencia a la tracción [N/50 mm]	35,8	23,4	+ 52,9 %
Resistencia al desgarro [N/75 mm]	4,55	2,23	+103,7 %
Fuerza de estallido [N]	46,8	19,9	+ 135,2 %

REIVINDICACIONES

1. Uso de una fibra de lyocell para la fabricación de un vellón (10, 100) de fibra no tejida, caracterizado por que la fibra (1) tiene una relación de aspecto de la sección transversal de al menos 1,8, preferiblemente de 2 a 10, en donde la relación de aspecto de la sección transversal se define como la relación de ancho a alto de un rectángulo delimitador mínimo alrededor de la sección transversal de la fibra.

2. Uso de la reivindicación 1, caracterizado por que la fibra (1) es una fibra de sección transversal plana.

3. Uso de la reivindicación 1, caracterizado por que la fibra (1) es una fibra con sección transversal modificada con una sección transversal no redonda.

4. Uso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la fibra (1) presenta un título de 0,5 dtex a 10 dtex, preferiblemente al menos 1 dtex.

5. Uso de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibras no tejidas es un papel.

6. Vellón de fibras no tejidas que comprende al menos dos capas (11, 12) de fibras (13) de lyocell fibriladas, teniendo las fibras (13) de lyocell fibriladas núcleos sólidos (14, 110) y fibrillas (15) que sobresalen de dichos núcleos (14), estando las fibras y fibrillas (15) entremezcladas para formar el vellón (10) de fibra, incrustando los núcleos sólidos (14) en el mismo, por lo que los núcleos sólidos (14, 110) de las fibras (13) de lyocell fibriladas tienen una relación k promedio de aspecto de la sección transversal de al menos 1,5, medida según la memoria descriptiva, en donde la relación k promedio de aspecto de la sección transversal de los núcleos sólidos de las fibras de lyocell fibriladas se define como

$$k = b/h, \quad (1)$$

donde b es el ancho medio visible de los núcleos sólidos en la vista superior microscópica del vellón de fibra y h es la altura media visible de los núcleos sólidos en la vista en sección transversal microscópica del vellón de fibra.

7. Vellón de fibras no tejidas de la reivindicación 6, caracterizado por que los núcleos sólidos (14, 110) de las fibras (13) de lyocell fibriladas tienen una relación k promedio de aspecto de la sección transversal de al menos 1,8, más preferiblemente de al menos 2,0.

8. Vellón de fibras no tejidas de la reivindicación 6 o 7, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibras no tejidas es un papel.

9. Vellón de fibras no tejidas de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibra no tejida presenta un espesor d de 20 μm o menos, preferiblemente de 10 μm o menos.

10. Vellón de fibras no tejidas de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibra no tejida comprende al menos un 20 % en peso de fibras (13) de lyocell en la masa seca.

11. Vellón de fibras no tejidas de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibra no tejida está consiste esencialmente de fibras (13) de lyocell.

12. Vellón de fibras no tejidas de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, caracterizado por que el vellón (10, 100) de fibra no tejida consiste en una mezcla de fibras que comprende las fibras (13) de lyocell y otras fibras, siendo las otras fibras seleccionadas del grupo que consiste en fibras de celulosa natural, fibras de polímero sintético y fibras inorgánicas.

13. Vellón de fibras no tejidas de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, caracterizado por que los núcleos sólidos (14, 110) tienen una altura media de 10 μm o menos, más particularmente de 7 μm o menos, preferiblemente de 4,5 μm o menos.

14. Vellón de fibras no tejidas obtenible mediante un procedimiento de fabricación de un vellón de fibras utilizando fibras de lyocell de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

15. Papel separador de baterías, que comprende un vellón de fibras no tejidas (10) de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 14.

Fig. 1

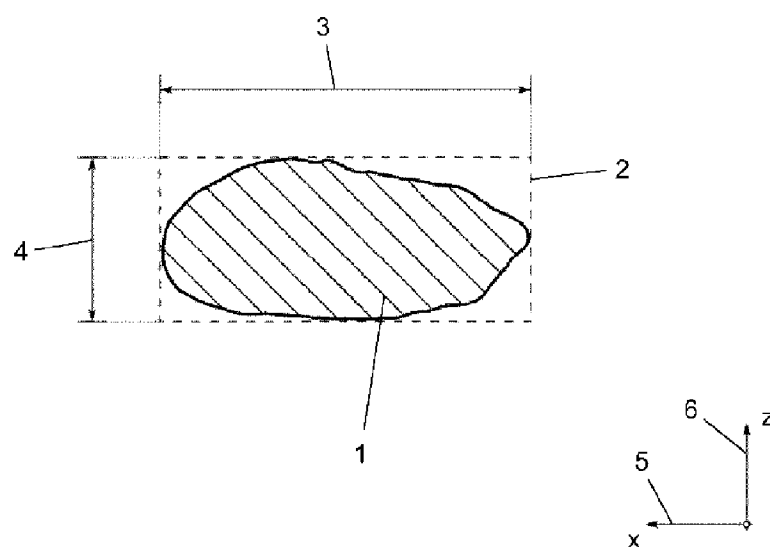


Fig. 2

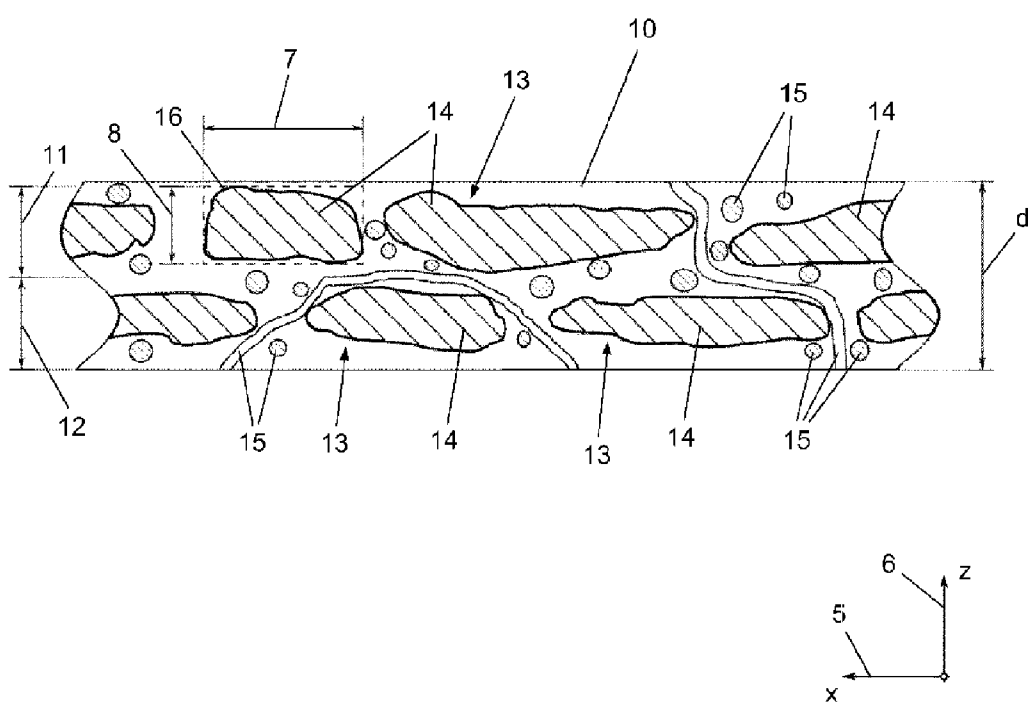


Fig. 3a

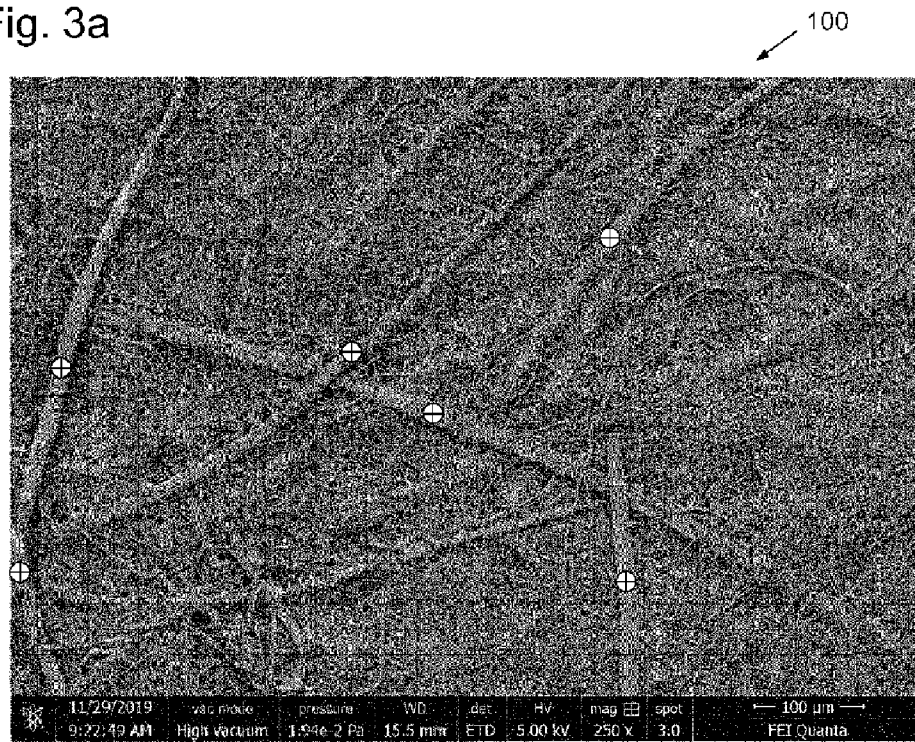


Fig. 3b

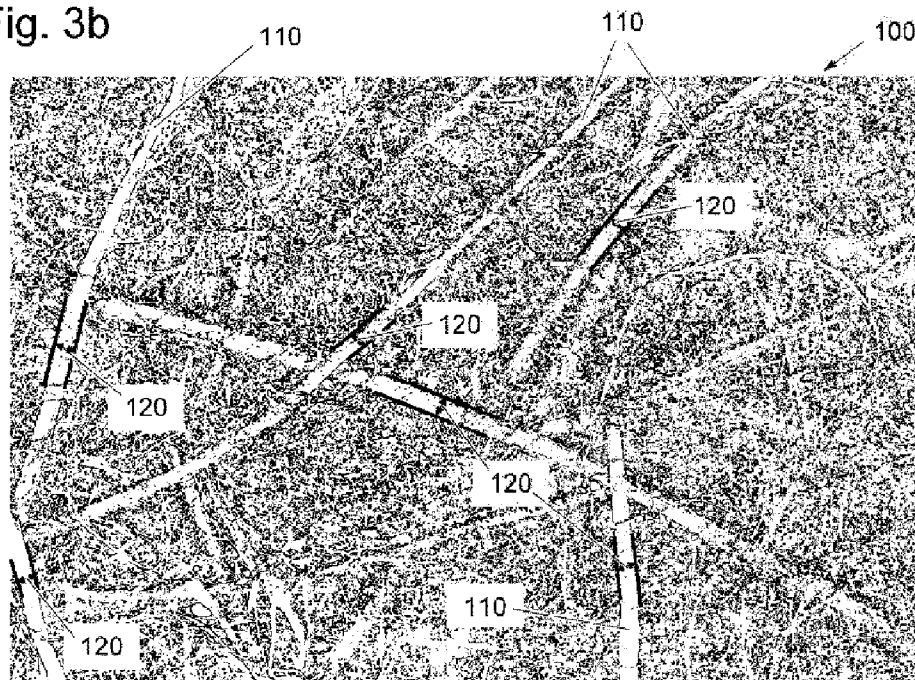


Fig. 4a

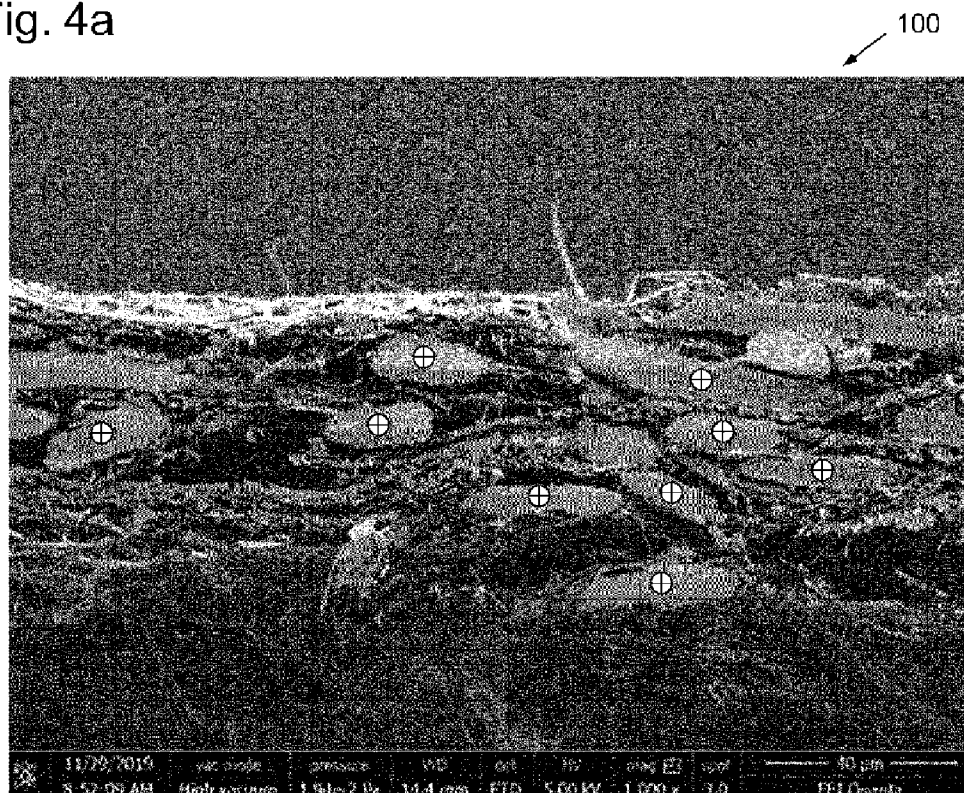


Fig. 4b

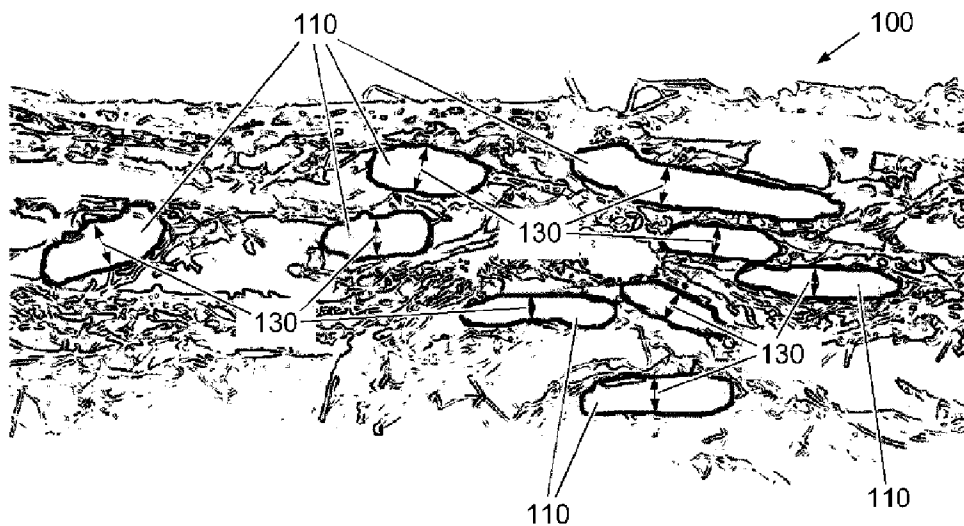


Fig. 5a

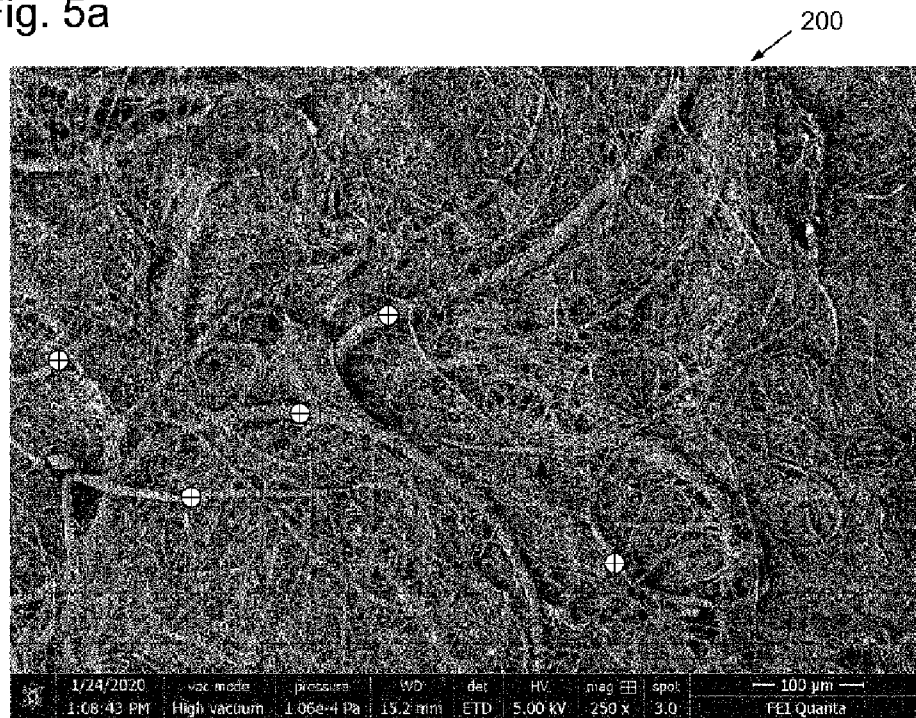


Fig. 5b

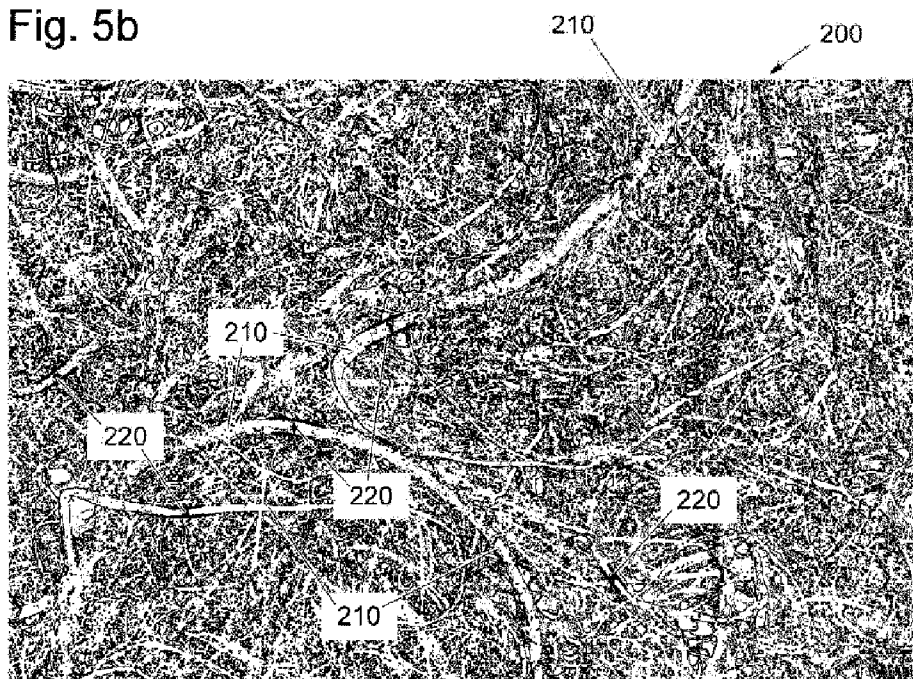


Fig. 6a

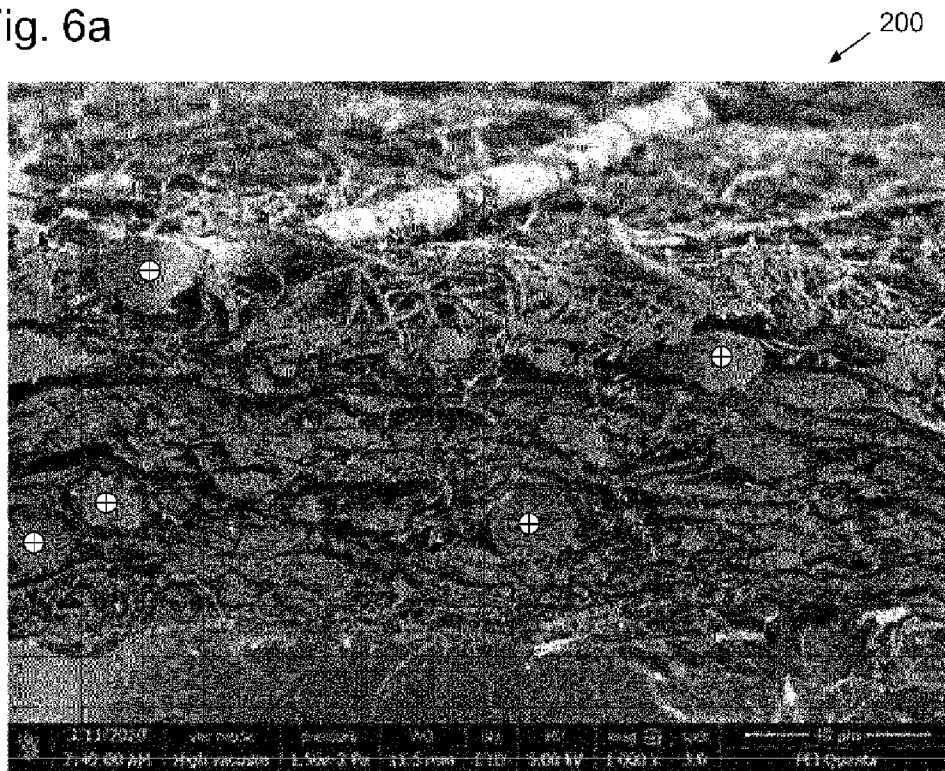


Fig. 6b

