

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 065**

51 Int. Cl.:

A61F 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2011 PCT/US2011/025615**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2012 WO12023996**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2011 E 11818491 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2605736**

54 Título: **Material compuesto textil que comprende no tejido de nanofibra**

30 Prioridad:
20.08.2010 WO PCT/EP2010/005135

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.07.2017

73 Titular/es:
**SNS NANO FIBER TECHNOLOGY, LLC (100.0%)
5633 Hudson Industrial Parkway
Hudson, Ohio 44236, US**

72 Inventor/es:
**LADEMANN, JURGEN;
FRAZIER, LAURA, M. y
KATAPHINAN, WORAPHON**

74 Agente/Representante:
PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 627 065 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

Material compuesto textil que comprende no tejido de nanofibra

5 **Antecedentes de la invención**

Previamente, una descontaminación de la piel después del contacto con sustancias peligrosas liberadas por accidentes químicos y de reactores, por ejemplo, se lleva a cabo principalmente por el intenso lavado usando diferentes detergentes y disolventes. Sin embargo, esta forma de proceder tiene la desventaja de que es difícilmente posible o imposible en absoluto extraer partículas de sustancias nocivas que ya han penetrado en los folículos pilosos o la capa superior de células de la piel, es decir, los corneocitos superiores del estrato córneo, que constituyen un depósito a largo plazo para sustancias administradas por vía tópica. Además, en caso de una descontaminación, las sustancias nocivas que van a eliminarse de la superficie de la piel son parcialmente frotadas en los folículos pilosos y los pliegues de la piel por un intenso lavado. De esta forma, puede incluso aumentarse el efecto a largo plazo de las sustancias nocivas en la piel. Adicionalmente, métodos eficientes para la descontaminación de la piel puede ser importantes no solo en el caso de accidentes industriales o de investigación, sino también en relación con ataques terroristas. Por consiguiente, hay una necesidad de proporcionar un material y método de descontaminación de la piel que permita una eliminación eficaz de sustancias nocivas de la superficie de la piel sin lavar.

Como se usa en el presente documento, el término "descontaminación" o "descontaminar" indica la eliminación sustancial de contaminantes o sustancias nocivas sobre una superficie que va a descontaminarse o limpiarse. En general, la descontaminación elimina al menos el 30 % (por ejemplo, al menos el 50 %, al menos el 70 %, al menos el 80 %, al menos el 85 % o al menos el 90 %) de los contaminantes o sustancias nocivas.

Como se usa en el presente documento, el término "sustancias nocivas" o "contaminantes" se refiere a sustancias que ni son un componente natural ni una parte integral de una superficie que va a limpiarse o descontaminarse. Pueden ser, por ejemplo, sustancias perjudiciales tales como veneno u otras toxinas o contaminantes extraños que no son deseables sobre la piel. Pueden estar en una forma líquida (por ejemplo, basada en agua u aceite), emulsión, crema, coloidal, o partículas sólidas.

La tela no tejida es un material similar a tela hecho de fibras largas, unidas juntas por tratamiento químico, mecánico, por calor o disolvente. El término se usa para indicar telas, tales como fieltro, que ni están tejidas ni son de punto. Los no tejidos hechos de fibras textiles que tienen un diámetro inferior a 10 μm , preferentemente inferior a 1 μm , se denominan normalmente "no tejidos de nanofibra". Los no tejidos de nanofibra se describen, por ejemplo, en la patente de EE.UU. N.º 4.043.331 y la publicación de solicitud PCT N.º WO 01/27365. Estos documentos también desvelan métodos para la fabricación de estos no tejidos y se incorporan en el presente documento por referencia en sus totalidades.

Como se usa en el presente documento, el término "superabsorbente" indica materiales que pueden absorber y retener cantidades extremadamente grandes de agua u otros fluidos o líquidos (por ejemplo, hasta mil veces su propia masa). Cuando el material es un polímero, un superabsorbente tal puede absorber agua u otro líquido e hincharse para formar un gel. Los superabsorbentes (incluyendo polímeros superabsorbentes) y métodos de su fabricación son muy conocidos en la técnica. Véanse, por ejemplo, Ullmanns Encyclopedia of Industrial Chemistry, 6ª Ed., Vol. 35, pp. 73 ff., 2003; Modern Superabsorbent Polymer Technology (1 ed.), Fredric L. Buchholz y Andrew T.; Graham (Ed.), John Wiley & Sons, 1997. Ejemplos de superabsorbente incluyen sal de sodio del ácido poli-acrílico, copolímeros de poli(acrilamida) (por ejemplo, copolímero de poli(acrilato/poli(acrilamida)), copolímero de etileno-anhídrido maleico, carboximetilcelulosa reticulada, copolímeros de poli(alcohol vinílico), poli(óxido de etileno) reticulado y copolímero injertado con almidón de poli(acrilonitrilo).

El documento DE - A 102005054698 desvela un no tejido de nanofibra acabado con un superabsorbente, que puede usarse para la absorción o liberación lenta de diferentes fluidos, por ejemplo, líquidos corporales tales como sudor. Describe superabsorbentes superficialmente post-curados que tienen una envuelta más fuertemente post-curada y un núcleo menos fuertemente post-curado que sirve para absorber fluidos. En comparación con los superabsorbentes que no están post-curados, superabsorbentes que tienen una estructura tal muestran un efecto de "bloqueo de gel" más pequeño. Este efecto se produce por una obstrucción de partículas de superabsorbente hinchadas o partículas de superabsorbente que han empezado a hincharse, y tiene un impacto negativo sobre la absorbancia y la capacidad de retención del superabsorbente.

El documento WO 2011/023342 es un documento posteriormente publicado y desvela un material compuesto textil absorbente para descontaminar la piel, que comprende una capa de soporte flexible y una capa activa conectada con la capa de soporte. La capa activa comprende un no tejido de nanofibra relleno de un superabsorbente para absorber y retener sustancias nocivas de la piel. El material compuesto textil se usa en un método para descontaminar la piel de sustancias nocivas sin un procedimiento de lavado y/o de masaje.

65

Por consiguiente, el uso de un no tejido de nanofibra en un material compuesto textil, en el que el no tejido de nanofibra está relleno de un superabsorbente, permitiría la descontaminación de la piel de sustancias nocivas sin lavar. Como se usa en el presente documento, el término "piel" indica tanto la piel de un mamífero (por ejemplo, un ser humano) como la superficie física de un sujeto a través de la cual puede penetrar el agua u otro líquido.

5

Sumario de la invención

Lo siguiente presenta un sumario simplificado con el fin de proporcionar un entendimiento básico de algunos aspectos de la innovación desvelada. Este sumario no es una visión general amplia, y no pretende identificar elementos clave o críticos o delinear el alcance de los mismos. Su único fin es presentar algunos conceptos en una forma simplificada como preludio a la descripción más detallada que se presenta después.

10

En un aspecto, la invención proporciona materiales compuestos textiles absorbentes, que comprenden cada uno una capa de soporte y una capa activa, en los que la capa activa está conectada a la capa de soporte y comprende un no tejido de nanofibra opcionalmente relleno de un superabsorbente. La capa de soporte comprende celulosa, derivados de celulosa, poliglicolida, ácido poliláctico, poli(adipato de etileno), polihidroxialcanoato, poli(tereftalato de butileno), poli(tereftalato de trimetileno), poli(naftalato de etileno), o una mezcla o copolímero de los mismos. Además, la capa de soporte es impermeable al agua, y el no tejido de nanofibra comprende fibras con un diámetro de entre 0,001 μm y 10 μm .

15

Se ha encontrado por los inventores que el superabsorbente opcional era muy capaz de absorber o capturar (químicamente o físicamente) sustancia líquida o aceitosa de una superficie o piel que va a descontaminarse o limpiarse, y la estructura de no tejido de nanofibra proporciona espacio físico o algunas veces carga electrónica que la hace adecuada para absorber o atrapar partículas sólidas. Alternativamente, el no tejido de nanofibra puede absorber o atrapar partículas sólidas mediante fuerzas de van der Waals.

20

Una "capa de soporte" se refiere a una capa que está diseñada y colocada para llevar la "capa activa". Puede tener la misma composición química o diferente en comparación con una capa activa, y puede o puede no contener o incluir un superabsorbente.

25

En algunas realizaciones, la capa de soporte y la capa activa están íntegramente formadas entre sí. En algunas otras realizaciones, la capa de soporte y la capa activa están unidas entre sí.

30

En algunas realizaciones, la capa de soporte es impermeable al vapor de aceite. En algunas otras realizaciones, la capa de soporte es permeable a la radiación térmica. En todavía algunas otras realizaciones, la capa de soporte es conductora del calor. Por ejemplo, la capa de soporte puede comprender metal o cerámicos.

35

En algunas realizaciones, la capa activa incluye además un agente que es capaz de estimular la producción de sudor sobre una piel. En algunas otras realizaciones, la capa activa incluye además un recubrimiento metálico. En todavía algunas otras realizaciones, la capa de soporte es elástica. En algunas otras realizaciones, la capa de soporte es flexible. En todavía aún algunas otras realizaciones, la capa de soporte no es expansible.

40

Como se usa en el presente documento, el término "producción de sudor" puede aplicarse a no solo una piel de mamífero que puede producir o eliminar naturalmente sudor, sino también a la superficie de piel no de mamífero a través de la cual puede penetrar el fluido o permear bajo cierta condición.

45

En algunas realizaciones, el superabsorbente contenido en el material compuesto incluye partículas de polímero que tienen un núcleo que se hincha en presencia de agua y una envuelta superficialmente post-curada. Las partículas de polímero pueden ser una fracción de tamiz de partículas de polímero que no han sido machacadas después del post-curado superficial de la envuelta.

50

En algunas otras realizaciones, el superabsorbente puede incluir un polímero de injerto de almidón, un superabsorbente biodegradable, carbono activo, arcilla, óxido de aluminio, resina de intercambio iónico o poliacrilato. Ejemplos de superabsorbente biodegradable incluyen, por ejemplo, copolímero reticulado de poli(carboximetilcelulosa) o poli(hidroxietilcelulosa), y carbodiimida. Véase, por ejemplo, el documento US 20080227944 que se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

55

En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra contenido en el material compuesto incluye celulosa o su derivado, poliuretano (por ejemplo, poliuretanos basados en poliéster o poliéter, aromáticos o alifáticos), poliamida, poliéster, poliacrilonitrilo, poli(alcohol vinílico), polivinilpirrolidona, poli(óxido de etileno), acetato de celulosa, poli(etilenimina), poli(caprolactona), poli(2-hidroximetacrilato), o una mezcla o copolímero de los mismos.

60

En algunas realizaciones, el material compuesto textil absorbente incluye además una capa adhesiva. La capa adhesiva puede estar colocada, por ejemplo, sobre la capa de soporte (lejos de la capa activa) o sobre la capa activa, y permitirá que el material compuesto se adhiera a o se conecte con una superficie, por ejemplo, un área de piel. Por consiguiente, en algunas otras realizaciones, la capa de soporte en el material compuesto es mayor que la

65

capa activa y está provista de una capa adhesiva que envuelve su borde; mientras que en algunas otras realizaciones se proporciona una capa adhesiva y se pone sobre la capa activa.

5 En algunas otras realizaciones, la capa activa incluye además un agente (o un indicador de color) para indicar la presencia de agua u otro líquido en la capa activa. Cuando un material compuesto tal se aplica sobre un área de la piel, el cambio de color del agente (o indicador de color) podría indicar la producción de sudor.

10 En algunas realizaciones, el material compuesto textil absorbente incluye además al menos una capa de un no tejido de nanofibra sin el superabsorbente. Esta capa adicional de un no tejido de nanofibra puede configurarse o colocarse, por ejemplo, para unirse o conectarse a la capa activa (que puede tener superabsorbente) sobre el opuesto de la capa de soporte.

15 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra comprende fibras con un diámetro de entre aproximadamente 0,001 μm y aproximadamente 10 μm (por ejemplo, entre aproximadamente 0,1 μm y aproximadamente 1,5 μm , o entre aproximadamente 300 nm y aproximadamente 900 nm).

En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene un tamaño de poro promedio de entre aproximadamente 0,01 μm y aproximadamente 500 μm (por ejemplo, inferior a aproximadamente 250 μm , o inferior a 100 μm).

20 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una porosidad de entre aproximadamente el 10 % y aproximadamente el 90 % (por ejemplo, entre aproximadamente el 40 % y aproximadamente el 90 %, o entre aproximadamente el 70 % y aproximadamente el 90 %).

25 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una densidad de entre aproximadamente 0,8 g/cm^3 y aproximadamente 1,5 g/cm^3 .

30 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una masa por unidad área de entre aproximadamente 5 g/m^2 y aproximadamente 1.000 g/m^2 (por ejemplo, entre aproximadamente 50 g/m^2 y aproximadamente 500 g/m^2 , entre aproximadamente 50 g/m^2 y aproximadamente 400 g/m^2 ; o entre aproximadamente 150 g/m^2 y aproximadamente 250 g/m^2).

35 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una fuerza de rotura y alargamiento de 0,1 a 100,0 MPa y 100 al 2.000 % (por ejemplo, 0,5 a 5,0 MPa y 250 al 1.000 %, o 1,5 a 2,0 MPa y 400 al 500 %), como se mide en un método de tira según la norma de EDANA WSP 110.4 (05).

40 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una absorbencia en solución salina de entre aproximadamente 0,1 g/g y aproximadamente 200,0 g/g (por ejemplo, entre aproximadamente 2,5 g/g y aproximadamente 150,0 g/g, o entre aproximadamente 8,0 g/g y aproximadamente 10,0 g/g), como se mide en una prueba de la bolsa de té en NaCl al 0,9 % en agua durante 30 minutos según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05).

45 En algunas realizaciones, el no tejido de nanofibra tiene una capacidad de retención para solución salina de entre aproximadamente 0,1 g/g y aproximadamente 100,0 g/g (por ejemplo, entre aproximadamente 3,0 g/g y aproximadamente 25,0 g/g, o entre aproximadamente 6,0 g/g y aproximadamente 8,0 g/g), como se mide según la prueba de la norma de EDANA WSP 241.2 (05).

50 En algunas realizaciones, la capa activa tiene un nivel de relleno de superabsorbente de entre aproximadamente el 10 % y aproximadamente el 80 % (por ejemplo, entre aproximadamente el 40 % y aproximadamente el 80 %, o entre aproximadamente el 50 % y aproximadamente el 75 %).

55 En algunas realizaciones, la capa activa tiene una absorbencia en solución salina de entre aproximadamente 10 g/g y aproximadamente 100 g/g (por ejemplo, entre aproximadamente 25 g/g y aproximadamente 31 g/g) a un nivel de relleno superabsorbente del 50 %, o entre aproximadamente 20 g/g y 75 g/g (por ejemplo, entre aproximadamente 38 g/g y aproximadamente 45 g/g) a un nivel de relleno superabsorbente del 75 %, o al menos 0,01 g/g sin superabsorbente.

En algunas realizaciones, la capa activa tiene una capacidad de retención para solución salina de entre 14 g/g y 40 g/g (por ejemplo, entre 20 g/g y 35 g/g) a un nivel de relleno de superabsorbente de entre el 50 % y el 75 %.

60 En otro aspecto, se desvela un método de descontaminación de un área de la piel contaminada con sustancias nocivas, que incluye las etapas de:

65 aplicar el material compuesto textil absorbente al área de la piel contaminada durante un periodo de tiempo predeterminado, y
eliminar el material compuesto textil absorbente del área de la piel contaminada,

en el que el material compuesto textil absorbente comprende una capa de soporte y una capa activa, la capa activa está conectada a la capa de soporte y comprende un no tejido de nanofibra relleno de un superabsorbente, y el método está libre de un procedimiento de lavado o un procedimiento de masaje.

5 En algunas realizaciones, el material compuesto textil absorbente incluye además una capa adhesiva sobre la capa activa orientada hacia el área de la piel contaminada.

10 En algunas realizaciones desveladas, el método incluye además aplicar un segundo material compuesto textil absorbente al área de la piel contaminada; en el que el segundo material compuesto textil absorbente comprende una capa de soporte, una capa activa y una capa adhesiva; la capa activa está conectada a la capa de soporte y comprende un no tejido de nanofibra relleno con un superabsorbente; y la capa adhesiva está sobre la capa activa orientada hacia el área de la piel contaminada y adhiere el material compuesto absorbente al área de la piel contaminada.

15 En algunas realizaciones desveladas, el método incluye además estimular la producción de sudor en el área de la piel contaminada, en el que la capa de soporte en el material compuesto es impermeable al vapor de agua.

20 En algunas realizaciones desveladas, el método incluye además estimular la producción de sudor en el área de la piel contaminada, en el que al menos una de la capa activa y la capa de soporte es permeable a la radiación térmica.

En algunas realizaciones desveladas, el método incluye además estimular la producción de sudor en el área de la piel contaminada, en el que al menos una de una capa activa y una capa de soporte es conductora del calor.

25 En algunas realizaciones desveladas, el método incluye además estimular la producción de sudor en el área de la piel contaminada, en el que una capa activa comprende un agente promotor del sudor.

Todavía otro método desvelado para descontaminar piel humana de sustancias nocivas incluye las etapas de:

30 aplicar un material compuesto textil a un área de la piel contaminada durante un periodo de tiempo predeterminado; y
eliminar el material compuesto textil del área de la piel contaminada;

35 en el que el material compuesto textil comprende un no tejido de nanofibra y un superabsorbente integrado en el no tejido de nanofibra, teniendo el no tejido de nanofibra un diámetro de fibra inferior a 1 μm .

40 En algunas realizaciones desveladas, el área de la piel contaminada comprende folículos pilosos contaminados antes de aplicar el material compuesto textil, y las sustancias nocivas se eliminan de los folículos pilosos cuando o después de eliminar el material compuesto textil.

45 La materia desvelada en el presente documento, en otro aspecto, comprende el uso de un no tejido de nanofibra en un material compuesto textil para descontaminar piel contaminada con sustancias nocivas sin un procedimiento de lavado, en el que el no tejido de nanofibra está relleno de un superabsorbente que es capaz de absorber y retener las sustancias nocivas de la piel.

50 En algunas realizaciones, el material compuesto textil comprende una capa activa comprendida del no tejido de nanofibra y el superabsorbente. Opcionalmente, la capa activa puede incluir además al menos una capa de cubierta que está formada de un no tejido de nanofibra sin un superabsorbente, y una capa de base que comprende el no tejido de nanofibra relleno del superabsorbente.

55 En algunas otras realizaciones, la capa activa tiene una estructura de sándwich que comprende una capa de cubierta superior e inferior formada de un no tejido de nanofibra sin un superabsorbente, y una capa de base (es decir, capa central) que comprende el no tejido de nanofibra relleno del superabsorbente, estando la capa de base dispuesta entre dicha capa de cubierta superior e inferior. Las capas de cubierta pueden ayudar a prevenir que el superabsorbente exude de la capa de base, y proporcionar un tacto más suave al material compuesto textil.

60 Con el fin de formar la capa activa, el superabsorbente puede espolvorearse sobre el no tejido de nanofibra y mantenerse mecánicamente en la estructura de nanofibra. Alternativamente, el superabsorbente puede proporcionarse o incluirse a las nanofibras durante el proceso de hilado, o puede añadirse a la solución de polímero antes del hilado.

En un aspecto adicional de la invención, el material compuesto textil se usa para la fabricación de un kit para descontaminar un área de la piel contaminada con sustancias nocivas, según la reivindicación 22.

65 En algunas realizaciones, un material compuesto textil usado para descontaminar la piel incluye una capa de soporte flexible y una capa activa conectada a la capa de soporte, y la capa activa incluye un no tejido de nanofibra relleno

de un superabsorbente que es capaz de absorber y retener sustancias nocivas de la piel.

Dentro del contexto de la descontaminación de la piel, el material compuesto textil se aplica a un área de la piel contaminada por partículas de sustancias nocivas de forma que la capa activa se ponga en contacto con las partes de la piel en cuestión. La capa de soporte puede usarse para el moldeo y, debido a su flexibilidad, para la óptima adaptación de forma del material compuesto a la superficie de la piel.

El no tejido de nanofibra contenido en la capa activa y acabado con un superabsorbente es particularmente absorbente debido a la alta capilaridad en el no tejido, y absorbe las sustancias nocivas que van a eliminarse, según el gradiente de concentración existente entre la superficie de la piel y el material no tejido. Las sustancias nocivas pueden entonces ser eficazmente almacenadas y retenidas por el superabsorbente. Después de un tiempo de descontaminación apropiado de, por ejemplo, aproximadamente 30 segundos a 30 minutos o aproximadamente 1 a 5 minutos, dependiendo de la naturaleza de las sustancias nocivas, el material compuesto textil que incluye las sustancias nocivas absorbidas puede eliminarse otra vez de la piel.

Como este tipo de descontaminación de la piel se basa principalmente en el efecto absorbente del no tejido de nanofibra acabado con un superabsorbente, se evita un frotado de las sustancias nocivas en los folículos pilosos y los pliegues de la piel, y así se previene que las partículas de sustancias nocivas entren adicionalmente en los folículos pilosos o la capa de células superior de los corneocitos. Por tanto, se excluye de forma fiable el riesgo del efecto a largo plazo de las sustancias nocivas en la piel.

En algunas realizaciones de la invención, al menos una de la capa de soporte y la capa activa están diseñadas para estimular la producción de sudor por la piel. Un aumento de la producción de sudor por las áreas de la piel cubiertas por la capa activa o la capa de soporte aumenta el efecto descontaminante del material compuesto textil. El sudor purga las sustancias nocivas que ya han penetrado en los folículos pilosos y la capa de células superior de los corneocitos. El sudor, junto con estas sustancias nocivas y las partículas de sustancias nocivas todavía presentes sobre la superficie de la piel, es entonces absorbido por el superabsorbente en el no tejido de nanofibra y retenido en su interior. Como tal, esto podría proporcionar descontaminación eficaz de un área de la piel sin recurrir a lavar con agua.

El material compuesto textil tiene una capa de soporte que es impermeable al vapor de agua. Esta capa de soporte puede cerrar la capa activa que se encuentra sobre la superficie de la piel contaminada en un modo impermeable a la humedad y así estimular la producción de sudor en el área de la piel encerrada. La superficie de la piel no puede liberar el sudor aquí producido al entorno mediante evaporación. Más bien, el sudor, junto con las sustancias nocivas purgadas, es absorbido por el no tejido de nanofibra y retenido en el superabsorbente.

Según una realización adicional, al menos una de la capa activa y la capa de soporte está configurada para ser permeable a la radiación térmica. Las áreas de la piel en cuestión que se cubren por el material compuesto textil pueden entonces ser deliberadamente calentadas, por ejemplo, usando radiadores de calor o una reacción química que produce calor. Así se obtiene una estimulación rápida y controlada de la producción de sudor en el área de la piel contaminada. La transferencia de calor entre la capa activa y la superficie de la piel puede tener lugar por conducción de calor. Es preferible que tanto la capa de soporte como la capa activa sean permeables a la radiación térmica.

En algunas otras realizaciones, la capa de soporte o la capa activa del material compuesto textil está configurada de manera que sea conductora del calor. Es, por ejemplo, posible insertar fibras conductoras del calor o filamentos conductores del calor en la capa de soporte o la capa activa, o proveer la capa activa de un recubrimiento conductor del calor. Ejemplos de fibras o filamentos conductores del calor adecuados incluyen materiales metálicos o cerámicos. Como en la realización descrita anteriormente, las áreas de la piel en cuestión pueden ser deliberadamente calentadas usando una fuente calefactora apropiada tal como, por ejemplo, un elemento calefactor eléctrico, y, por tanto, puede estimularse la producción de sudor.

En todavía algunas otras realizaciones, la capa activa puede contener un agente que promueve la producción de sudor, por ejemplo, aplicando un agente promotor del sudor sobre la superficie de la capa activa que está orientada hacia la piel. El material compuesto textil actúa entonces como un sistema transdérmico, siendo el agente absorbido por la piel primero y estimulando la producción de sudor. A diferencia de los sistemas transdérmicos, el agente promotor del sudor no requiere efecto a largo plazo, ya que la producción de sudor va a ser localmente restringida y pretende ser producida solo durante la duración de la descontaminación. El sudor producido en el área de la piel contaminada, junto con las sustancias nocivas purgadas y el excesivo agente, es entonces absorbido por el no tejido de nanofibra y retenido en el superabsorbente.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden combinarse entre sí de cualquier forma. Por ejemplo, la capa de soporte puede ser al mismo tiempo impermeable al vapor de agua y conductora del calor o permeable a la radiación térmica, o la capa activa puede contener un agente que promueve la producción de sudor. Combinaciones adicionales también son concebibles y se considera que están dentro del alcance de la invención.

5 La capa de soporte y la capa activa pueden estar formadas íntegramente entre sí. Por ejemplo, la capa de soporte puede ser una tela tejida, y las nanofibras de la capa activa pueden estar firmemente hiladas sobre y con los filamentos de la tela tejida de la capa de soporte. La capa de soporte y la capa activa pueden unirse entre sí. Las capas pueden producirse por separado, de manera que tengan las propiedades deseadas respectivas, y entonces unirse entre sí por unión química, térmica o física como es generalmente conocido en la técnica.

10 En algunas realizaciones, la capa de soporte es elástica, permitiendo la adaptación óptima del material compuesto textil a la piel. Si la capa de soporte es elástica, el material compuesto textil puede adaptarse a la forma de la superficie de la piel por contracción o expansión.

15 En algunas otras realizaciones, la capa de soporte puede configurarse para no ser expansible. Durante la absorción de sustancias nocivas purgadas por el sudor, el superabsorbente contenido en la capa activa se hincha, como resultado de lo cual aumenta el volumen de la capa activa. Como la capa de soporte, que está dispuesta sobre el lado de la capa activa que está orientada lejos de la piel, no puede expandirse, este aumento en el volumen hace que el contacto entre la capa activa y la superficie de la piel se intensifique y la capa activa descansa más firmemente sobre el área de la piel en cuestión, y así aumenta además la eficacia de la descontaminación.

20 En algunas realizaciones adicionales, se proporciona una capa adhesiva sobre la superficie del material compuesto que está orientada hacia la piel para asegurar el material compuesto textil a la piel. En esta realización, la capa de soporte tiene preferentemente un área superficial plana que es mayor que un área superficial plana de la capa activa de manera que la capa de soporte se superponga a la capa activa que así envuelve el borde de la capa activa. La parte de borde de solapamiento de la capa de soporte está provista de la capa adhesiva para conectar el material compuesto con la piel.

25 Adicionalmente, la superficie de la capa activa que está orientada lejos de la capa de soporte, es decir, la superficie del lado de la piel, puede proveerse de una capa adhesiva. Esto conduce a un contacto incluso mejor de la capa activa con la piel, que a su vez conduce a una mejora del efecto descontaminante.

30 Además, la capa adhesiva aplicada a la capa activa puede diseñarse para eliminar la capa de células superior de los corneocitos de la piel. Por consiguiente, en algunas realizaciones, el material compuesto también incluye una capa adhesiva sobre la capa activa que puede usarse para eliminar la capa de células superior de los corneocitos de la piel que va a descontaminarse. Cuando se retira el sistema de material compuesto textil del área de la piel que va a descontaminarse, la capa de células superior de los corneocitos, junto con las partículas de sustancia nociva que ya han entrado en la última, se extrae así de una forma no invasiva, y así aumenta otra vez la proporción de las sustancias nocivas eliminadas.

40 En algunas otras realizaciones, el material compuesto textil comprende una capa de soporte flexible, una primera capa activa y una segunda capa activa, en el que la primera capa activa está provista de un recubrimiento de metal. El no tejido de nanofibra incluido en o que constituye la primera capa activa hace que se formen picos y valles. Los valles pueden estar rellenos de la segunda capa activa. Aunque al menos la segunda capa activa está compuesta por el no tejido de nanofibra relleno de superabsorbente, tanto la primera como la segunda capas activas pueden incluir el superabsorbente. La capa adhesiva se proporciona sobre el recubrimiento metálico, o sobre la porción de borde de la capa de soporte, como se ha descrito anteriormente.

45 La capa activa también puede comprender un indicador de color para indicar la producción de sudor. Debido a esta adición, puede ser indicado el tiempo óptimo para eliminar el material de la piel al usuario del material compuesto textil. Los colores del indicador de color cambian si el no tejido de nanofibra ha absorbido una cantidad de sudor que es suficiente para descontaminar o se ha agotado la capacidad del superabsorbente para absorber líquido. El indicador de color puede combinarse con el superabsorbente e incorporarse en la capa activa, por ejemplo, añadiendo el superabsorbente combinado e indicador de color al fundido de polímero o solución antes del hilado del no tejido de nanofibra.

55 El material compuesto textil puede configurarse como o hacerse en forma de una tela, una compresa, un apósito, una gasa, o un artículo de tela o parte de tela para aplicación sobre superficies más grandes.

En algunas realizaciones, las partículas de polímero superabsorbente son una fracción de tamiz que tiene una distribución del tamaño de partícula de $d_{50} = 55-100 \mu\text{m}$ y $d_{100} = 100-150 \mu\text{m}$, y no se machacan después del post-curado superficial de la envuelta, antes de su incorporación en el no tejido de nanofibra.

60 El no tejido de nanofibras puede producirse mediante hilado del fundido, electrohilado o hilado con chorro de gas (NGJ) de polímeros adecuados. También se contempla que parte de las nanofibras en el no tejido puedan sustituirse por microfibras que tienen un diámetro más grande que las nanofibras.

65 El superabsorbente puede espolvorearse sobre una hoja del no tejido de nanofibra e integrarse mecánicamente en la estructura de nanofibra. Este proceso puede repetirse hasta que se logre el nivel de relleno de superabsorbente deseado. Alternativamente, el superabsorbente puede aplicarse a las nanofibras durante el proceso de hilado

cuando la fibra se seca y solidifica. O, el superabsorbente puede dispersarse homogéneamente en una solución de polímero que entonces se somete a hilado en un no tejido de nanofibra que incluye el superabsorbente incorporado en la estructura de fibra.

- 5 En algunas realizaciones del material compuesto que puede usarse para descontaminar la piel, el no tejido de nanofibra contenido en él tiene al menos una o más de las siguientes propiedades físicas: un diámetro de fibra de entre 0,001 μm y 10 μm (por ejemplo, entre 0,1 μm y 1,5 μm , o entre 300 nm y 900 nm; un tamaño de poro promedio de entre 0,01 μm y 500 μm (por ejemplo, preferentemente inferior a 250 μm , más preferentemente inferior a 100 μm ; una porosidad (es decir, el porcentaje del volumen total del no tejido que es espacio libre) de entre el 40 % y el 90 % (por ejemplo, entre el 70 % y el 90 %); un espesor de la capa activa de entre 0,1 mm y 2 mm; una densidad de entre 0,8 y 1,5 g/cm^3 ; una masa por unidad área de entre 50 y 500 g/m^2 (por ejemplo, entre 50 y 400 g/m^2 , o entre 150 y 250 g/m^2), una fuerza de rotura y alargamiento (método de la tira), según la norma de EDANA WSP 110.4 (05), de 1,5 - 2 MPa y 485 al 500 %; una absorbencia (tb) en solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de la bolsa de té según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05), de entre aproximadamente 8 g/g y 10 g/g; una capacidad de retención (CRC), para solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide según la prueba de la norma de EDANA WSP 241.2 (05), de entre aproximadamente 6 g/g y 8 g/g.

- En algunas otras realizaciones, la capa activa compuesta del no tejido de nanofibra relleno del superabsorbente tiene preferentemente al menos una o más de las siguientes propiedades: un nivel de relleno de superabsorbente (SAP), que se calcula como el peso en peso de material seco, de entre aproximadamente el 10 % y el 80 % (por ejemplo, entre aproximadamente el 40 % y el 80 %, o entre aproximadamente el 50 % y el 70 %); una absorbencia (tb) en solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de la bolsa de té según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05), de entre 20 g/g y 50 g/g (por ejemplo, entre 25 g/g y 31 g/g) a un nivel de relleno de SAP del 50 %, o entre aproximadamente 38 g/g y 45 g/g a un nivel de relleno de SAP del 75 %; una capacidad de retención (CRC) para solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de centrífuga según la prueba de la norma de EDANA WSP 241.2 (05), de entre 14 g/g y 40 g/g (por ejemplo, entre 20 g/g y 35 g/g) para niveles de relleno de SAP de entre el 50 % y el 75 %; y un ángulo de contacto entre 110° y 125°, como se mide a 22 °C y 55 % de humedad relativa (Fibro DAT™ de Rycobel, Bélgica).

- 30 Como se usa en el presente documento, el término "o" pretende incluir el significado de "y".

Como se usa en el presente documento, un término en singular pretende incluir el significado de su forma en plural.

- 35 Para el logro de los fines anteriores y relacionados, ciertos aspectos ilustrativos de la innovación desvelada se describen en el presente documento a propósito de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos. Estos aspectos son indicativos, sin embargo, o pero de algunas de las diversas formas en las que los principios desvelados en el presente documento pueden emplearse y pretende incluir todos aquellos aspectos y sus equivalentes. Otras ventajas y características novedosas serán evidentes de la siguiente descripción detallada cuando se consideren conjuntamente con los dibujos.

40 **Breve descripción de los dibujos**

- La Figura 1 ilustra una vista en sección transversal esquemática del material compuesto textil según los principios de la presente invención;

- 45 la Figura 2 ilustra una vista en sección transversal esquemática de otra realización del material compuesto textil según los principios de la presente invención, y

la Figura 3 ilustra una vista esquemática de la superficie inferior de una realización adicional del material compuesto textil según los principios de la presente invención.

- 50 La Figura 4 ilustra una vista en sección transversal esquemática de una realización adicional del material compuesto textil según los principios de la presente invención.

La Figura 5 ilustra una vista desde abajo de la realización de Fig. 4 según los principios de la presente invención.

- La Figura 6 es un gráfico que ilustra el perfil de penetración de una sustancia modelo en la piel obtenido por desprendimiento de cinta.

- 55 La Figura 7 es un gráfico que ilustra la distribución de la sustancia modelo en el estrato córneo después de lavar.

La Figura 8 es un gráfico que ilustra la distribución de la sustancia modelo en el estrato córneo después de la descontaminación con un material compuesto textil compuesto de no tejido de nanofibra relleno de superabsorbente.

- 60 La Figura 9 ilustra una imagen de microscopio láser de barrido (LSM) de la distribución de un colorante fluorescente sobre la piel después de la aplicación y penetración.

Las Figuras 10a-b ilustran una imagen de LSM de la distribución de colorante fluorescente después de lavar.

Las Figuras 11a-c ilustran una imagen de LSM de la distribución de colorante fluorescente después de la descontaminación con el material compuesto textil.

- 65 La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra el método de descontaminación de piel humana de sustancias nocivas.

La Figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra etapas adicionales en el método de descontaminación de piel humana de sustancias nocivas.

Descripción detallada de la invención

5 La innovación se describe ahora con referencia a los dibujos, en los que números de referencia similares se usan para referirse a elementos similares en todo. En la siguiente descripción, para los fines de explicación, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar un entendimiento riguroso de la misma. Puede ser evidente, sin embargo, que la innovación pueda ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, se muestran estructuras y dispositivos muy conocidos en forma de diagramas de bloques con el fin de facilitar una descripción de la misma.

15 Normalmente, una descontaminación de la piel después del contacto con sustancias nocivas por amplio lavado usando diferentes detergentes y disolventes, no extrae partículas de sustancias nocivas que ya han penetrado en los folículos pilosos o la capa de células de la piel superior, es decir, los corneocitos superiores del estrato córneo, que constituyen un depósito a largo plazo para sustancias administradas por vía tópica. Normalmente, los folículos pilosos actúan de un depósito a largo plazo para sustancias administradas por vía tópica que proporcionan tiempos de almacenamiento significativamente elevados en comparación con el estrato córneo. Adicionalmente, los folículos pilosos contienen o están rodeados por varias estructuras diana importantes, tales como capilares de sangre, células madre y dendríticas. Aquí, las sustancias peligrosas pueden presentar fuertes actividades destructivas. Además, en caso de una descontaminación, las sustancias nocivas que van a eliminarse de la superficie de la piel se frotan parcialmente en los folículos pilosos y los pliegues de la piel por un amplio lavado. De esta forma, puede incluso aumentar el efecto a largo plazo de las sustancias nocivas en la piel. Así, un material para descontaminar la piel que permite una eliminación eficaz de sustancias nocivas de la superficie de la piel no debe utilizar lavado.

25 Por consiguiente, el material compuesto textil absorbente desvelado no utiliza lavado para descontaminar la piel. El material compuesto textil comprende una capa de soporte y una capa activa conectada a la capa de soporte. La capa activa comprende un no tejido de nanofibra relleno de un superabsorbente capaz de absorber y retener las sustancias nocivas de la piel. Una ventaja de la descontaminación con los materiales compuestos textiles absorbentes es que puede llevarse a cabo inmediatamente sin la utilización de agua, que no siempre está disponible en el momento requerido. Métodos eficientes para la descontaminación de la piel pueden no solo ser importantes en el caso de accidentes industriales o de investigación, sino también en relación con ataques terroristas.

35 Con referencia inicialmente a los dibujos, la Figura 1 ilustra un material compuesto textil absorbente **12**. El material compuesto textil absorbente **12** incluye una capa de soporte **10** y una capa activa **20** y, opcionalmente, una capa adhesiva **30** y una capa protectora **40**. La capa de soporte **10** puede ser una película o una banda textil. Específicamente, la capa de soporte **10** es hidrófoba y está hecha de un material impermeable al vapor de agua. La capa de soporte **10** que es impermeable al vapor de agua cierra la capa activa **20** que se encuentra sobre la superficie de la piel contaminada en una manera impermeable a la humedad y así estimula la producción de sudor en el área de la piel encerrada. La superficie de la piel no puede liberar el sudor aquí producido al entorno mediante evaporación. Más bien, el sudor, junto con las sustancias nocivas purgadas, es absorbido por un no tejido de nanofibra y retenido en un superabsorbente. Alternativamente, la capa de soporte **10** puede incluir un recubrimiento o una capa intermedia impermeable al vapor de agua.

45 Además, al menos una de la capa de soporte **10** o la capa activa **20** puede configurarse para ser permeable a la radiación térmica o conducción de calor o ambas. Las áreas de la piel en cuestión que se cubren por el material compuesto textil **12** pueden entonces ser deliberadamente calentadas, por ejemplo, usando radiadores de calor o una reacción química que produce calor. Así se obtiene una estimulación rápida y controlada de la producción de sudor en el área de la piel contaminada. La transferencia de calor entre la capa de soporte **10** y la superficie de la piel puede tener lugar por conducción de calor. Es preferible que tanto la capa de soporte **10** como la capa activa **20** sean permeables a la radiación térmica.

55 Además, al menos una de la capa de soporte **10** y la capa activa **20** del material compuesto textil **12** puede configurarse para ser conductora del calor. Es, por ejemplo, posible insertar fibras conductoras de calor o filamentos conductores de calor en la capa de soporte **10** o la capa activa **20**, o proveer la capa activa **20** de un recubrimiento conductor de calor. Como en la realización descrita anteriormente, las áreas de la piel en cuestión pueden ser deliberadamente calentadas usando fuentes calefactoras apropiadas tales como, por ejemplo, un elemento calefactor eléctrico, y, por tanto, puede estimularse la producción de sudor. La capa activa **20** también puede comprender un indicador de color para indicar la producción de sudor. Debido a esta adición, puede ser indicado el tiempo óptimo para eliminar el material de la piel al usuario del material compuesto textil **12**. Ejemplos de indicadores de color apropiados para este uso incluyen: cloruro de cobalto (II), polvo de quinizarina, rojo de pentametoxi, amarillo de metilo, fenoltaleína, timoltaleína, p-naftolbenzeína, 4-nitrofenol, 3-nitrofenol, o-cresoltaleína, rojo de m-cresol, azul de timol, púrpura de m-cresol, o mezclas de los mismos, cuyos colores cambian si el no tejido de nanofibra ha absorbido una cantidad de sudor que es suficiente para descontaminar o se ha agotado la capacidad del superabsorbente para absorber líquido. El indicador de color puede combinarse con el superabsorbente e incorporarse en la capa activa **20**, por ejemplo, añadiendo el superabsorbente e indicador de color combinados al

fundido de polímero o solución antes del hilado del no tejido de nanofibra.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden combinarse entre sí de cualquier forma. Por ejemplo, la capa de soporte **10** puede ser al mismo tiempo impermeable al vapor de agua y conductora del calor o permeable a la radiación térmica, o la capa activa **20** puede contener un agente que promueve la producción de sudor. Combinaciones adicionales también son concebibles y se considera que están dentro del alcance de la invención.

La capa de soporte **10** y la capa activa **20** pueden estar formadas íntegramente entre sí. Por ejemplo, la capa de soporte **10** ser una tela tejida, y las nanofibras de la capa activa **20** pueden estar firmemente hiladas sobre y con los filamentos de la tela tejida de la capa de soporte **10**. Preferentemente, la capa de soporte **10** y la capa activa **20** están unidas entre sí. Las capas pueden entonces producirse por separado, de manera que tengan las propiedades deseadas respectivas, y entonces unirse entre sí por unión química, térmica o física como es generalmente conocido en la técnica.

Además, en una realización preferida, la capa de soporte **10** es elástica, permitiendo la adaptación óptima del material compuesto textil **12** a la piel. Si la capa de soporte **10** es elástica, entonces el material compuesto textil **12** puede adaptarse a la forma de la superficie de la piel por contracción o expansión.

En otra realización, la capa de soporte **10** está configurada para no ser expansible. Durante la absorción de sustancias nocivas purgadas por el sudor, el superabsorbente contenido en la capa activa **20** se hincha, como resultado de lo cual aumenta el volumen de la capa activa **20**. Como la capa de soporte **10**, que está dispuesta sobre el lado de la capa activa **20** que está orientada lejos de la piel, no puede expandirse, este aumento en el volumen hace que el contacto entre la capa activa **20** y la superficie de la piel se intensifique y la capa activa **20** descansa más firmemente sobre el área de la piel en cuestión, y así aumenta además la eficacia de la descontaminación.

Adicionalmente, la capa activa **20** del material compuesto textil absorbente **12** comprende un no tejido de nanofibra acabado con un superabsorbente. El superabsorbente comprende preferentemente completamente o principalmente partículas de polímero que tienen una estructura de piel-núcleo, que es un núcleo que se hincha en presencia de agua y una envuelta superficialmente post-curada, y así tiene un bajo efecto de "bloqueo del gel". Las partículas de polímero son preferentemente una fracción de tamiz de tales partículas de polímero que no han sido machacadas después del post-curado superficial de la envuelta, antes de la incorporación en la capa activa **20**. Las partículas de polímero tienen preferentemente una distribución del tamaño de partícula de $d_{50} = 55-100 \mu\text{m}$ y $d_{100} = 100-150 \mu\text{m}$ y comprenden (met)acrilato o copolímero de (met)acrilato, en particular poli(acrilato de sodio). Es decir, preferentemente el 50 % de las partículas tienen un tamaño de partícula de máximo $55-100 \mu\text{m}$, y el 100 % de las partículas tienen un tamaño de partícula de máximo $100-150 \mu\text{m}$. Además, el superabsorbente puede seleccionarse de polímeros de injerto de almidón tales como Waterlock™, superabsorbentes biodegradables, carbono activo, arcilla, óxido de aluminio, resinas de intercambio iónico o poli(acrilatos). Ejemplos de superabsorbente biodegradable incluyen, por ejemplo, copolímero reticulado de poli(carboximetilcelulosa) o poli(hidroxietilcelulosa), y carbodiimida. El no tejido de nanofibra de la capa activa **20** acabado con el superabsorbente está hecho de fibras superfinas o filamentos superfinos que tienen un diámetro inferior a $10 \mu\text{m}$, preferentemente inferior a $1 \mu\text{m}$, más preferentemente de entre aproximadamente 300 nm y aproximadamente 900 nm y está lo más preferentemente comprendido de nanofibras electrostáticamente hiladas. El no tejido de nanofibra comprende preferentemente fibras o filamentos formados de un polímero termoplástico, hidrófilo o hidrofílico. Lo más preferentemente, el no tejido de nanofibra está formado de poliuretano.

El no tejido de nanofibras puede producirse mediante hilado del fundido, electrohilado o hilado con chorro de gas (NGJ) de polímeros adecuados. También se contempla que parte de las nanofibras en el no tejido puedan sustituirse con microfibras. Materiales para producir el no tejido de nanofibras comprenden polímeros termoplásticos que pueden ser poliuretano, poliamidas, poliésteres, poli(acrilonitrilo), poli(alcohol vinílico), polivinilpirrolidona, poli(óxido de etileno), acetato de celulosa, poli(etilenimina), poli(caprolactona), poli(2-hidroximetacrilato), o una mezcla o copolímero de los mismos. El poliuretano es particularmente preferido.

Con el fin de formar la capa activa **20**, el superabsorbente puede espolvorearse sobre una hoja del no tejido de nanofibra electrostáticamente hilado e integrarse mecánicamente en la estructura de nanofibra. Lo más preferentemente, el superabsorbente se dispersa homogéneamente en una solución de polímero que entonces se somete a hilado electrostático en un no tejido de nanofibra que incluye el superabsorbente incorporado en la estructura de fibra.

El no tejido de nanofibra contenido en la capa activa **20** y acabado con un superabsorbente es particularmente absorbente debido a la alta capilaridad en el no tejido, y absorbe las sustancias nocivas que tienen que eliminarse, según el gradiente de concentración existente entre la superficie de la piel y el material no tejido. Las sustancias nocivas pueden entonces ser eficazmente almacenadas y retenidas por el superabsorbente. Después de un tiempo de descontaminación apropiado, por ejemplo de aproximadamente 30 segundos a 30 minutos (por ejemplo, aproximadamente 1 a 5 minutos), dependiendo de la naturaleza de la sustancia nociva, el material compuesto textil **12** que incluye las sustancias nocivas absorbidas puede eliminarse otra vez de la piel.

Como este tipo de descontaminación de la piel se basa principalmente en el efecto absorbente del no tejido de nanofibra acabado con un superabsorbente, se evita un frotado de las sustancias nocivas en los folículos pilosos y los pliegues de la piel, y así se previene que las partículas de sustancias nocivas entren adicionalmente en los folículos pilosos o la capa de células superior de los corneocitos. Por tanto, se excluye de forma fiable el riesgo del efecto a largo plazo de las sustancias nocivas en la piel.

Además, la capa adhesiva **30** se proporciona sobre la superficie del material compuesto **12** que está orientada hacia la piel para conectar el material compuesto **12** con la piel y preferentemente comprende un adhesivo apto para la piel, particularmente preferentemente un adhesivo de acrilato. La adición de la capa adhesiva **30** conduce a un contacto incluso mejor de la capa activa **20** con la piel que a su vez conduce a una mejora del efecto descontaminante.

La capa protectora **40** es opcional y se elimina antes de aplicar el sistema de material compuesto textil **12** a la piel. Además, el material compuesto textil **12** puede configurarse como una tela, una compresa, un apósito o una gasa, también como un artículo de tela o parte de tela para aplicación sobre superficies más grandes.

En vista del uso previsto del material compuesto textil para descontaminar la piel, el no tejido de nanofibra tiene preferentemente al menos una o más de las siguientes propiedades físicas: un diámetro de fibra de entre 0,001 μm y 10 μm (por ejemplo, entre 0,1 μm y 1,5 μm o entre 300 nm y 900 nm); un tamaño de poro promedio de entre 0,01 μm y 500 μm (por ejemplo, inferior a 250 μm o inferior a 100 μm); una porosidad (es decir, un porcentaje del volumen total del no tejido que es espacio libre) de entre el 40 % y el 90 % (por ejemplo, entre el 70 % y el 90 %); un espesor de la capa activa de entre 0,1 mm y 2 mm; una densidad de entre 0,8 y 1,5 g/cm^3 ; una masa por unidad área de entre 50 y 500 g/m^2 (por ejemplo, entre 50 y 400 g/m^2 o entre 150 y 250 g/m^2); una fuerza de rotura y alargamiento (método de la tira), según la norma de EDANA WSP 110.4 (05), de 1,5 - 2 MPa y 485 al 500 %; una absorbencia (tb) en solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de la bolsa de té según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05), de entre aproximadamente 8 g/g y 10 g/g; y una capacidad de retención (CRC) para solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide según la prueba de la norma de EDANA WSP 241.2 (05), de entre aproximadamente 6 g/g y 8 g/g.

Además, la capa activa compuesta del no tejido de nanofibra relleno del superabsorbente tiene preferentemente al menos una o más de las siguientes propiedades: un nivel de relleno de superabsorbente (SAP), que se calcula como el peso en peso de material seco, de entre aproximadamente el 10 y el 80 % (por ejemplo, entre aproximadamente el 40 y el 80 % o entre aproximadamente el 50 y el 70 %); una absorbencia (tb) en solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de la bolsa de té según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05) de entre 20 g/g y 50 g/g (por ejemplo, entre 25 g/g y 31 g/g), a un nivel de relleno de SAP del 50 %, o entre aproximadamente 38 g/g y 45 g/g a un nivel de relleno de SAP del 75 %; una capacidad de retención (CRC) para solución salina (NaCl al 0,9 % en agua, 30 min), como se mide en la prueba de centrifuga según la prueba de la norma de EDANA WSP 241.2 (05), de entre 14 g/g y 40 g/g (por ejemplo, entre 20 g/g y 35 g/g) para niveles de relleno de SAP de entre el 50 % y el 75 %; y un ángulo de contacto como se mide a 22 °C y 55 % de humedad relativa (Fibro DAT™ de Rycobel, Bélgica) de entre 110° y 125°.

Según la realización mostrada en la Figura 2, se proporciona una capa de barrera **14** impermeable al vapor de agua, además de las capas ya ilustradas en la Figura 1. La capa de barrera **14** pretende ocluir el área de la piel contaminada y estimular la producción de sudor. En la realización de la Fig. 2, la capa de barrera **14** está formada de un material impermeable al vapor de agua (por ejemplo, polipropileno o PET). Para una estimulación adicional de la producción de sudor, la capa de barrera **14** y la capa de soporte **10** pueden configurarse de manera que sean permeables a la radiación térmica o sean conductoras del calor. Un aumento de la producción de sudor por las partes de la piel cubiertas por la capa de barrera **14** o la capa de soporte **10** aumenta el efecto descontaminante del material compuesto textil **12**. El sudor purga las sustancias nocivas que ya han penetrado en los folículos pilosos y la capa de células superior de los corneocitos. El sudor, junto con estas sustancias nocivas y las partículas de sustancias nocivas todavía presentes sobre la superficie de la piel, es entonces absorbido por el superabsorbente en el no tejido de nanofibra y retenido en su interior.

Al menos una de la capa de barrera **14** y la capa de soporte **10** está configurada para ser permeable a la radiación térmica. Las áreas de la piel en cuestión que se cubren por el material compuesto textil **12** pueden entonces ser deliberadamente calentadas usando radiadores de calor, por ejemplo, o una reacción química que produce calor. Así se obtiene una estimulación rápida y controlada de la producción de sudor en el área de la piel contaminada. La transferencia de calor entre la capa de barrera **14** y la superficie de la piel puede tener lugar por conducción de calor. Es preferible que tanto la capa de barrera **14** como la capa de soporte **10** sean permeables a la radiación térmica.

Además, la capa de soporte **10** o la capa de barrera **14** del material compuesto textil **12** pueden configurarse para ser conductoras del calor. Es, por ejemplo, posible insertar fibras conductoras del calor o filamentos conductores del calor en la capa de soporte **10** o la capa de barrera **14**, o proveer la capa de barrera **14** de un recubrimiento conductor del calor. Como en la realización descrita anteriormente, las áreas de la piel en cuestión pueden ser deliberadamente calentadas usando fuentes calefactoras apropiadas tales como, por ejemplo, un elemento calefactor eléctrico, y, por tanto, puede estimularse la producción de sudor.

En otra realización adicional, la capa de barrera **14** puede contener un agente que promueve la producción de sudor, por ejemplo, aplicando un agente promotor del sudor sobre la superficie de la capa de barrera **14** que está orientada hacia la piel. El material compuesto textil **12** actúa entonces como un sistema transdérmico, siendo el agente absorbido por la piel primero y estimulando la producción de sudor. A diferencia de los sistemas transdérmicos, el agente promotor del sudor no requiere efecto a largo plazo, ya que la producción de sudor va a ser localmente restringida y pretende ser producida solo durante la duración de la descontaminación. El sudor producido en el área de la piel contaminada, junto con las sustancias nocivas, se lava y el agente en exceso es entonces absorbido por el no tejido de nanofibra y retenido en el superabsorbente.

Ejemplos de agentes productores de sudor adecuados incluyen, pero no se limitan a, nicotinato de metilo, salicilato de 2-hidroxi-etilo, salicilato de metilo, salicilato de etilo, mentol B.P. o agentes que contienen derivados de benceno como se desvela, por ejemplo, en el documento JP-A 10114649.

La capa activa **20** también puede comprender un indicador de color para indicar la producción de sudor. Debido a esta adición, puede ser indicado el tiempo óptimo para eliminar el material de la piel al usuario del material compuesto textil **12**. Ejemplos de indicadores de color apropiados para este uso incluyen, pero no se limitan a, cloruro de cobalto (II), polvo de quinizarina, rojo de pentametoxi, amarillo de metilo, fenoltaleína, timoltaleína, p-naftolbenzeína, 4-nitrofenol, 3-nitrofenol, o-cresoltaleína, rojo de m-cresol, azul de timol, púrpura de m-cresol, o mezclas de los mismos. El color del indicador de color cambia si el no tejido de nanofibra ha absorbido una cantidad de sudor que es suficiente para descontaminar y/o se ha agotado la capacidad del superabsorbente para absorber líquido. El indicador de color puede combinarse con el superabsorbente e incorporarse en la capa activa **20**, por ejemplo, añadiendo el superabsorbente e indicador de color combinados al fundido de polímero o solución antes del hilado del no tejido de nanofibra.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden combinarse entre sí de cualquier forma. La capa de soporte **10** puede ser al mismo tiempo impermeable al vapor de agua y conductora del calor o permeable a la radiación térmica, o la capa de barrera **14** puede contener un agente que promueve la producción de sudor. Combinaciones adicionales también son concebibles y se considera que están dentro del alcance de la invención.

Con referencia a la realización mostrada en la Figura 3, el material compuesto textil **12** tiene una capa de soporte **10** que tiene un área superficial plana que es mayor que un área superficial plana de la capa activa **20** de manera que la capa de soporte **10** se superponga a y envuelva el borde de la capa activa **20**. El borde de solapamiento de la capa de soporte **10** está provisto de una capa adhesiva **30**. La capa adhesiva **30** se proporciona sobre la superficie del material compuesto **12** que está orientada hacia la piel para asegurar el material compuesto textil **12** a la piel. Esto conduce a un contacto incluso mejor de la capa activa **20** con la piel que a su vez conduce a una mejora del efecto descontaminante.

Además, la capa adhesiva **30** aplicada a la capa activa **20** puede diseñarse para eliminar la capa de células superior de los corneocitos de la piel. Cuando se elimina el sistema de material compuesto textil **12** del área de la piel que va a descontaminarse, la capa de células superior de los corneocitos, junto con las partículas de sustancia nociva que ya han entrado en la última, se extrae así de una forma no invasiva, y aumenta la proporción de las sustancias nocivas eliminadas. En la realización mostrada, la forma del material compuesto textil se elige aleatoriamente y puede, por supuesto, configurarse de cualquier forma.

Una realización adicional se muestra con referencia a las Figs. 4 y 5. En esta realización, el material compuesto textil **22** comprende la capa de soporte flexible **10** y una primera y segunda capas activas **20**, **20'**, en el que la primera capa activa **20** está provista de un recubrimiento de metal **50**. El no tejido de nanofibra que constituye la primera capa activa **20** se produce para formar picos y valles. Los valles de la primera capa activa **20** están rellenos de la segunda capa activa **20'**. Al menos la segunda capa activa **20'** comprende el no tejido de nanofibra relleno de superabsorbente. Preferentemente, tanto la primera como la segunda capas activas **20**, **20'** incluyen el superabsorbente. La capa adhesiva **30** se proporciona sobre el recubrimiento metálico **50** (como se muestra en la Fig. 4), o sobre la porción de borde de la capa de soporte **10** que solapa el borde de las capas activas **20**, **20'** (como se muestra en la Fig. 5). El método de formación de los picos y valles comprende manipular las fibras durante el proceso de hilado tanto con un vacío como con rejillas. Los picos y valles se crearon para permitir que tanto el componente absorbente **20'** como el componente conductor de calor **50** estuvieran en contacto directo con la piel. Un beneficio es que el recubrimiento metálico **50**, que actúa de componente conductor del calor, necesita estar en contacto directo con la piel con el fin de ser conductor. Sin embargo, si la superficie entera está recubierta, entonces la piel no tiene contacto directo con la capa absorbente, y así no tendrá absorción óptima de contaminante. Creando los picos y valles, tanto la capa absorbente **20'** como la capa conductora **50** pueden estar en contacto directo con la piel.

Lo siguiente es una descripción de las pruebas realizadas en voluntarios para mostrar la capacidad del material compuesto textil inventivo para descontaminar eficazmente la piel humana.

65

Materiales y métodos de prueba**A) Material compuesto textil:**

5 El material compuesto textil absorbente usado en esas pruebas incluye una capa activa que comprende un no tejido de nanofibra basado en poliuretano termoplástico relleno de LUQUASORB™ (BASF SE, Ludwigshafen, Alemania) que tiene una estructura de piel-núcleo y una distribución del tamaño de partícula de $d_{50} = 55-100 \mu\text{m}$ y $d_{100} = 100-150 \mu\text{m}$. Otros parámetros del no tejido y material compuesto fueron los siguientes:

- 10 un diámetro de fibra de entre 300 nm y 1 μm ;
 un tamaño de poro de entre 0,01 μm y 500 μm ;
 una porosidad que es un porcentaje del volumen total de los no tejidos, que es espacio libre, de aproximadamente el 80 %;
 un espesor de la capa activa de aproximadamente 0,5 mm; y
 15 una masa por unidad de área de aproximadamente 230 g/m^2 .

Además, la capa activa que comprende el no tejido de nanofibra relleno del superabsorbente tuvo las siguientes propiedades:

- 20 un nivel de relleno de superabsorbente (calculado como el peso en peso de material seco) de aproximadamente el 50 %;
 una absorbencia (tb) medida en la prueba de la bolsa de té según la prueba de la norma de EDANA WSP 240.2 (05) de aproximadamente 28 g/g (solución salina, NaCl al 0,9 % en agua, 30 min);
 una capacidad de retención (CRC) medida en la prueba de centrifuga según la prueba de la norma de EDANA
 25 WSP 241.2 (05), de aproximadamente 24 g/g; y
 un ángulo de contacto como se mide a 22 °C y 55 % de humedad relativa (Fibro DAT™ de Rycobel, Bélgica) de aproximadamente 121°.

B) Formulación modelo y tratamiento de la piel:

- 30 Se aplicó un filtro solar resistente al agua que contenía 3 % de la sustancia de filtro de UV octilmetoxicinamato sobre la piel sobre el antebrazo de 10 voluntarios sanos. El filtro solar se eligió como formulación modelo debido a que se adhiere fuertemente sobre la superficie de la piel después de la aplicación. Se aplicaron 2 mg/cm^2 del filtro solar sobre las áreas de la piel seleccionadas a un tamaño de 4 x 5 cm^2 para cada área. Las áreas de aplicación se rodearon con una barrera de silicona para evitar la extensión de la formulación sobre la superficie de la piel.
 35 Después de 10 minutos de tiempo de penetración, se analizó la penetración de la formulación en la piel por el método de desprendimiento de cinta como se describe a continuación.

C) Descontaminación:

- 40 La descontaminación se realizó sobre un área de la piel lavando durante 30 segundos bajo agua corriente con jabón.
 Se usó una segunda área de la piel como control sin descontaminación.
 45 Todas las otras áreas de la piel se descontaminaron con el material compuesto textil absorbente que se comprimió sobre la piel durante 1 minuto, sin aplicar un procedimiento de lavado o masaje, y finalmente se eliminó.

D) Desprendimiento de cinta:

- 50 La prueba de desprendimiento de cinta se basa en la aplicación y eliminación sucesivas de películas adhesivas (película Tesa, Beiersdorf, Hamburgo, Alemania) de la piel. Las tiras de cinta eliminadas comprenden aproximadamente una capa de células de corneocitos y la parte correspondiente de sustancia tópicamente aplicada se localizó dentro de esta capa de células. La cantidad de estrato córneo eliminada con una única tira de cinta se determina espectroscópicamente determinando la pseudo-absorción a 430 nm, mientras que la concentración de la formulación penetrada se analiza por la absorción de la sustancia de filtro de UV octilmetoxicinamato a 310 nm.
 55

- Se eliminaron diez tiras de cinta de cada área de la piel. El perfil de capa córnea de las áreas de la piel se calculó como se describe por Weigmann et. al., "Determination of the horny layer profile by tape stripping in combination with optical spectroscopy in the visible range as a prerequisite to quantify percutaneous absorption" en Skin Pharmacol. Appl. Skin Physiol., 1999, vol.12, pp. 34-45, que se incorpora por referencia. Específicamente, el perfil de capa córnea de las áreas de la piel se calculó sumando las pseudo-absorciones de las tiras de cinta individuales eliminadas de la misma área de la piel. El perfil de penetración se determinó relacionando la cantidad de la sustancia de filtro de UV penetrada con la tira de cinta correspondiente en el perfil de capa córnea. Un ejemplo típico se muestra en la Fig. 6, en la que la distancia entre las líneas horizontales se corresponde con la cantidad de estrato córneo eliminada con una única tira de cinta. Las líneas horizontales superiores representan la superficie de la piel y las líneas horizontales inferiores se corresponden con partes más profundas del estrato córneo.
 60
 65

La concentración del filtro de UV octilmetoxicinamato en las diferentes muestras se determinó por absorción, usando un espectrómetro de UV/VIS. Los espectros de UV/VIS de los extractos se midieron entre 240 y 500 nm. La concentración de la sustancia de filtro de UV se calculó a partir del máximo de absorción determinado a 310 nm basándose en una curva de calibración en etanol.

5

E) Microscopía láser de barrido (LSM) *in vivo*:

Se usó el microscopio láser de barrido *in vivo* comercialmente disponible (Stratum™, Optilas, Melbourne, Australia) para la detección de la sustancia modelo fluorescente sobre la superficie de la piel y en las capas superiores de la piel. La longitud de onda de excitación del láser de argón usado fue 480 nm. La estación básica de LSM se conectó a una pieza de mano con fibras ópticas. Los sistemas ópticos de obtención de imágenes y de foco se localizaron dentro de la pieza de mano. Las áreas de la piel en investigación se dimensionaron a 250 x 250 μm^2 .

10

La intensidad de fluorescencia y la distribución de la sustancia modelo se determinó en todas las áreas de la piel inmediatamente antes y después de la descontaminación.

15

Resultados

La Figura 6 es un gráfico que ilustra el perfil de penetración de una sustancia modelo en la piel obtenido por desprendimiento de cinta. Específicamente, la Fig. 6 muestra el perfil de penetración típico del filtro de UV octilmetoxicinamato 10 minutos después de la aplicación sin descontaminación obtenida del área de la piel A. La mayoría de la formulación se localiza en las primeras capas de células. Las sustancias de filtro de UV podrían detectarse hasta en las 7ª capas de células de los corneocitos. Aproximadamente el 90 % del filtro de UV aplicado por vía tópica puede detectarse en las 10 primeras tiras de cinta.

20

25

La Figura 7 es un gráfico que ilustra la distribución de la sustancia modelo en el estrato córneo después de lavar. Específicamente, en la Fig. 7, se demuestra la distribución de la sustancia de filtro de UV en el estrato córneo después de lavar. Los resultados representados en la Fig. 7 muestran que la cantidad de la sustancia de filtro de UV en la capa de células superior se redujo mediante el procedimiento de lavado a aproximadamente el 60 %. Sin embargo, la sustancia de filtro de UV podría detectarse en capas más profundas en comparación con el perfil de penetración mostrado en la Fig. 6.

30

La Figura 8 es un gráfico que ilustra la distribución de la sustancia modelo en el estrato córneo después de la descontaminación con un material compuesto textil compuesto de no tejido de nanofibra relleno de superabsorbente. Específicamente, en la Fig. 8, se presentan los perfiles de penetración después de la descontaminación con el material compuesto textil absorbente. En este caso, la concentración de octilmetoxicinamato se redujo fuertemente en el estrato córneo en comparación con el área de la piel lavada B. Específicamente, se encontró una reducción a aproximadamente el 35 % de la concentración de filtro de UV inicial en el caso de descontaminación de la piel con el material compuesto textil. No se observó una penetración en partes más profundas del estrato córneo como en el caso de lavado.

35

40

Se obtuvieron resultados similares para el uso de un material compuesto textil absorbente que comprende una capa activa que comprende el no tejido de nanofibra y el superabsorbente, y un material compuesto textil absorbente que tiene una estructura de sándwich, respectivamente, en el que la capa activa comprende una capa de cubierta superior e inferior formada de un no tejido de nanofibra sin un superabsorbente, y una capa de base que comprende el no tejido de nanofibra relleno de superabsorbente y dispuesta entre dicha capa de cubierta superior e inferior.

45

Por tanto, el uso del material compuesto textil para descontaminar la piel produjo una eliminación de aproximadamente el 70 % de la formulación modelo de la piel. En el caso de descontaminación con el material compuesto textil, no se aplicó masaje, de manera que el procedimiento de descontaminación no estimula la penetración en los folículos pilosos. Normalmente, los folículos pilosos actúan de depósito a largo plazo para sustancias administradas por vía tópica que proporcionan tiempos de almacenamiento significativamente elevados en comparación con el estrato córneo. Adicionalmente, los folículos pilosos contienen o están rodeados por varias estructuras diana importantes, tales como capilares de sangre, células madre y dendríticas. Aquí, las sustancias peligrosas pueden presentar fuertes actividades destructivas. La ventaja de la descontaminación con los materiales compuestos textiles absorbentes es que puede llevarse a cabo inmediatamente sin la utilización de agua, que no siempre está disponible en el momento requerido. Métodos eficientes para la descontaminación de la piel pueden ser no solo importantes en el caso de accidentes industriales o de investigación, sino también en relación con ataques terroristas.

55

60

Imágenes típicas de la distribución de la sustancia modelo fluorescente sobre la superficie de la piel por mediciones de LSM, con y sin descontaminación, se presentan en las Fig. 9 a 11. Específicamente, la Figura 9 ilustra una imagen de LSM de la distribución de un colorante fluorescente sobre la piel después de la aplicación y penetración. Sin descontaminación, se detectó una fuerte señal fluorescente sobre la superficie de la piel (Fig. 9).

65

Las Figuras 10a-b ilustran una imagen de LSM de la distribución del colorante fluorescente después de lavar. El procedimiento de lavado condujo a una eliminación de la sustancia tópicamente aplicada de la superficie de la piel. Sin embargo, todavía se localizó una fuerte señal fluorescente en la región de los pliegues y orificios de los folículos pilosos (Figs. 10a, b).

Las Figuras 11a-c ilustran una imagen de LSM de la distribución del colorante fluorescente después de la descontaminación con el material compuesto textil. Después de la descontaminación con el material absorbente, la señal fluorescente fue notablemente reducida, tanto sobre la superficie de la piel, además de en los pliegues y orificios de los folículos pilosos. Sin embargo, en las Figs. 11a-b, todavía fue detectable una señal fluorescente baja en el área de los pliegues y orificios de los folículos pilosos (Fig. 11a, b).

Además, se encontró que prolongar el tiempo de aplicación del material compuesto textil absorbente más allá de 1 minuto no mejoró el efecto de descontaminación. Sin embargo, como se muestra en la Fig. 11c, una aplicación repetida del material absorbente sobre la misma área de la piel condujo a una eliminación casi completa de la sustancia modelo fluorescente de los pliegues y orificios de los folículos pilosos (Fig. 11c).

Las Figuras 12-13 ilustran metodologías de descontaminación de la piel humana de sustancias nocivas. Aunque, para los fines de simplicidad de explicación, las una o más metodologías mostradas en el presente documento (por ejemplo, en forma de un organigrama o diagrama de flujo) se muestran y se describen como una serie de actos, debe entenderse y apreciarse que el método objeto no está limitado por el orden de los actos, ya que algunos actos pueden, de acuerdo con ellos, producirse en un orden diferente y/o simultáneamente con otros actos de los mostrados y descritos en el presente documento. Por ejemplo, aquellos expertos en la materia entenderán y apreciarán que podría representarse alternativamente una metodología como una serie de estados o acontecimientos relacionados, tales como en un diagrama de estados. Además, no todos los actos ilustrados pueden ser requeridos para implementar la metodología desvelada.

Con referencia a la Figura 12, se ilustra un método de descontaminación de piel humana de sustancias nocivas. En **1200**, se aplica un material compuesto textil a un área de la piel contaminada durante un periodo de tiempo predeterminado. El material compuesto textil se aplica al área de la piel contaminada sin aplicar un procedimiento de lavado o un procedimiento de masaje. Además, el material compuesto textil comprende una capa activa que comprende un no tejido de nanofibra que comprende un superabsorbente para absorber y retener al menos una sustancia nociva. Y, en **1202** se elimina el material compuesto textil del área de la piel contaminada.

Con referencia a la Figura 13, se ilustra adicionalmente el método de descontaminación de piel humana de sustancias nocivas. En **1300**, el material compuesto textil se vuelve a aplicar al área de la piel contaminada. Como se ha establecido arriba, se encontró que prolongar el tiempo de aplicación del material compuesto textil más allá del periodo de tiempo predeterminado no mejoró el efecto de descontaminación. Sin embargo, una aplicación repetida del material compuesto textil sobre la misma área de la piel contaminada condujo a una eliminación casi completa de la sustancia nociva del área contaminada, además de los pliegues y orificios de los folículos pilosos.

En **1302**, el material compuesto textil se adhiere al área de la piel contaminada mediante una capa adhesiva. La capa adhesiva se aplica a la capa activa y conecta el material compuesto con el área de la piel contaminada. Además, la capa adhesiva puede diseñarse para eliminar la capa de células superior de los corneocitos de la piel. Cuando se elimina el material compuesto textil del área de la piel contaminada, la capa de células superior de los corneocitos, junto con las partículas de sustancia nociva, se extrae de una forma no invasiva, y aumenta la proporción de las sustancias nocivas eliminadas.

En **1304**, la producción de sudor se estimula en el área de la piel contaminada, en la que una capa de soporte es impermeable al vapor de agua. Un aumento de la producción de sudor por las partes de la piel cubiertas por la capa activa o capa de soporte aumenta el efecto descontaminante del material compuesto textil. El sudor purga las sustancias nocivas que ya han penetrado en los folículos pilosos y la capa de células superior de los corneocitos. El sudor, junto con estas sustancias nocivas y las partículas de sustancias nocivas todavía presentes sobre la superficie de la piel, es entonces absorbido por el superabsorbente en el no tejido de nanofibra y retenido en su interior. En una realización específica, el material compuesto textil tiene una capa de soporte que es impermeable al vapor de agua. La capa de soporte que es impermeable al vapor de agua cierra la capa activa que se encuentra sobre la superficie de la piel contaminada de una manera impermeable a la humedad y así estimula la producción de sudor en el área de la piel encerrada.

En **1306**, la producción de sudor se estimula en el área contaminada, en la que al menos una de la capa activa y la capa de soporte está configurada para ser permeables a la radiación térmica. Al menos una de la capa de soporte y la capa activa está diseñada para estimular la producción de sudor por la piel. Las áreas de la piel en cuestión que se cubren por el material compuesto textil pueden entonces ser deliberadamente calentadas usando radiadores de calor, por ejemplo, o una reacción química que produce calor. Así se obtiene una estimulación rápida y controlada de la producción de sudor en el área de la piel contaminada.

5 En **1308**, la producción de sudor se estimula en el área contaminada, en la que al menos una de una capa activa y una capa de soporte del material compuesto textil está configurada para ser conductora del calor. Es, por ejemplo, posible insertar fibras conductoras de calor o filamentos conductores de calor en la capa de soporte y/o la capa activa, o proveer la capa activa de un recubrimiento conductor de calor. Como en la realización descrita anteriormente, las áreas de la piel en cuestión pueden ser deliberadamente calentadas usando fuentes calefactoras apropiadas tales como, por ejemplo, un elemento calefactor eléctrico, y, por tanto, puede estimularse la producción de sudor.

10 En **1310**, la producción de sudor se estimula en el área contaminada, en la que una capa activa comprende un agente que promueve la producción de sudor. Por ejemplo, aplicando un agente promotor del sudor sobre la superficie de la capa activa que está orientada hacia la piel, el agente estimulará la producción de sudor para purgar las sustancias nocivas. El material compuesto textil actúa entonces como un sistema transdérmico, siendo el agente absorbido por la piel primero y estimulando la producción de sudor.

15 Agentes productores de sudor adecuados pueden ser nicotinato de metilo, salicilato de 2-hidroxietilo, salicilato de metilo, salicilato de etilo, mentol B.P. o agentes que contienen derivados de benceno desvelados, por ejemplo, en el documento JP-A 10114649.

20 Además, la capa activa también puede comprender un indicador de color para indicar la producción de sudor. Debido a esta adición, puede ser indicado el tiempo óptimo para eliminar el material de la piel al usuario del material compuesto textil. Indicadores de color apropiados para este uso son, por ejemplo: cloruro de cobalto (II), polvo de quinizarina, rojo de pentametoxi, amarillo de metilo, fenoltaleína, timoltaleína, p-naftolbenzeína, 4-nitrofenol, 3-nitrofenol, o-cresoltaleína, rojo de m-cresol, azul de timol, púrpura de m-cresol, o mezclas de los mismos, cuyos colores cambian si el no tejido de nanofibra ha absorbido una cantidad de sudor que es suficiente para descontaminar y/o se ha agotado la capacidad del superabsorbente para absorber líquido. El indicador de color puede combinarse con el superabsorbente e incorporarse en la capa activa, por ejemplo añadiendo el superabsorbente e indicador de color combinados al fundido de polímero o solución antes del hilado del no tejido de nanofibra.

30 Las realizaciones descritas anteriormente pueden combinarse entre sí de cualquier forma. La capa de soporte puede ser al mismo tiempo impermeable al vapor de agua y conductora de calor o permeable a la radiación térmica, y/o la capa activa puede contener un agente que promueve la producción de sudor. Combinaciones adicionales también son concebibles y se considera que están dentro del alcance de la invención.

35 La capa de soporte y la capa activa pueden estar formadas íntegramente entre sí. Por ejemplo, la capa de soporte puede ser una tela tejida, y las nanofibras de la capa activa pueden estar firmemente hiladas sobre y con los filamentos de la tela tejida de la capa de soporte. Preferentemente, la capa de soporte y la capa activa están unidas entre sí. Las capas pueden entonces producirse por separado, de manera que tengan las propiedades deseadas respectivas, y entonces unirse entre sí por unión química, térmica o física como es generalmente conocido en la técnica.

40 Adicionalmente, también se contempla que las capas anteriores puedan ser intercambiables sin afectar el concepto global de la invención. Aspectos ilustrativos se describen en el presente documento a propósito de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos para ilustrar adicionalmente tal intercambiabilidad. Estos aspectos son indicativos, sin embargo, o pero de algunas de las diversas formas en las que las capas desveladas en el presente documento pueden emplearse e intercambiarse, y la invención contemplada pretende incluir todos aquellos aspectos y sus equivalentes.

45 Además, lo que se ha descrito anteriormente incluye ejemplos de la materia reivindicada. Es, por supuesto, imposible describir cada combinación concebible de componentes o metodologías para los fines de describir la materia reivindicada, pero un experto habitual en la materia puede reconocer que son posibles muchas combinaciones y permutaciones adicionales de la materia reivindicada. Por consiguiente, la materia reivindicada pretende englobar todas aquellas alteraciones, modificaciones y variaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Además, hasta el punto de que el término "incluye" o "incluyen" se usa en tanto la descripción detallada como las reivindicaciones, tal término pretende ser incluyente de un modo similar al término "que comprende", ya que "que comprende" se interpreta cuando se emplea como una palabra de transición en una reivindicación.

REIVINDICACIONES

1. Un material compuesto textil absorbente que comprende una capa de soporte y una capa activa, en el que la capa activa está conectada a la capa de soporte y comprende un no tejido de nanofibra opcionalmente relleno de un superabsorbente
 5 la capa de soporte comprende celulosa, derivados de celulosa, poliglicolida, ácido poliláctico, poli(adipato de etileno), polihidroxialcanoato, poli(tereftalato de butileno), poli(tereftalato de trimetileno), poli(naftalato de etileno) o una mezcla o copolímero de los mismos;
 la capa de soporte es impermeable al vapor de agua; y
 10 el no tejido de nanofibra comprende fibras con un diámetro de entre 0,001 μm y 10 μm .
2. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa de soporte y la capa activa están íntegramente formadas o unidas entre sí.
- 15 3. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa de soporte es flexible, elástica, no expansible, permeable a la radiación térmica o conductora del calor.
4. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa activa comprende además un recubrimiento conductor del calor, un indicador de color para indicar la producción de sudor, o un agente que es capaz de estimular la producción de sudor sobre una piel o reaccionar para neutralizar sustancias nocivas.
 20
5. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el superabsorbente opcional comprende un polímero de injerto de almidón, un superabsorbente biodegradable, carbono activo, arcilla, óxido de aluminio, resina de intercambio iónico, poliacrilato, o partículas de polímero que tienen un núcleo que se hincha en presencia de agua y una envuelta superficialmente post-curada.
 25
6. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 5, en el que las partículas de polímero que tienen un núcleo que se hincha en presencia de agua son una fracción de tamiz de partículas de polímero que no han sido machacadas después del post-curado superficial de la envuelta.
 30
7. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra comprende celulosa, derivado de celulosa, poliuretano, poliamida, poliéster, poliacrilonitrilo, poli(alcohol vinílico), polivinilpirrolidona, poli(óxido de etileno), acetato de celulosa, poli(etilenimina), poli(caprolactona), poli(2-hidroximetacrilato) o una mezcla o copolímero de los mismos.
 35
8. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa de soporte es mayor que la capa activa y comprende una capa adhesiva que envuelve su borde para conectar el material compuesto con la piel.
9. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, que comprende además al menos una capa de un no tejido de nanofibra sin el superabsorbente, o una capa adhesiva opcionalmente colocada sobre la capa activa.
 40
10. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra comprende fibras con un diámetro de entre 0,1 μm y 1,5 μm , o entre 300 nm y 900 nm.
- 45 11. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene un tamaño de poro promedio de entre 0,01 μm y 500 μm , inferior a 250 μm o inferior a 100 μm .
12. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una porosidad de entre el 10 % y el 90 %, entre el 40 % y el 90 % o entre el 70 % y el 90 %.
 50
13. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una densidad de entre 0,5 g/cm^3 y 1,5 g/cm^3 o entre 0,8 g/cm^3 y 1,5 g/cm^3 .
14. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una masa por unidad de área de entre 5 g/m^2 y 1000 g/m^2 , entre 50 g/m^2 y 500 g/m^2 , entre 50 g/m^2 y 400 g/m^2 , o entre 150 g/m^2 y 250 g/m^2 .
 55
15. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una fuerza de rotura de 0,1 a 100 MPa o 0,5 a 5,0 MPa, y un alargamiento del 100 % al 2.000 % o 250 % al 1.000 %.
 60
16. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 17, en el que el no tejido de nanofibra tiene una fuerza de rotura de 1,5 a 2,0 MPa y alargamiento del 400 % al 500 %.
- 65 17. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una absorbencia en solución salina de entre aproximadamente 0 g/g y aproximadamente 200 g/g, entre aproximadamente 2,5 g/g y aproximadamente 150,0 g/g, o entre aproximadamente 8,0 g/g y aproximadamente 10,0

g/g.

- 5 18. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que el no tejido de nanofibra tiene una capacidad de retención para solución salina de entre aproximadamente 0 g/g y aproximadamente 200 g/g, entre aproximadamente 3,0 g/g y aproximadamente 25,0 g/g, o entre aproximadamente 6,0 g/g y aproximadamente 8,0 g/g.
- 10 19. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa activa tiene un nivel de relleno de superabsorbente de entre aproximadamente el 0,1 % y aproximadamente el 80 %, entre aproximadamente el 10 % y aproximadamente el 80 %, entre aproximadamente el 40 % y aproximadamente el 80 %, o entre aproximadamente el 50 % y aproximadamente el 75 %.
- 15 20. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa activa tiene una absorbencia en solución salina de entre aproximadamente 10 g/g y aproximadamente 100 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente del 50 %, entre aproximadamente 20 g/g y aproximadamente 75 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente del 75 %, al menos 0,01 g/g sin superabsorbente, entre aproximadamente 25 g/g y aproximadamente 31 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente del 50 %, o entre aproximadamente 38 g/g y aproximadamente 45 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente del 75 %.
- 20 21. El material compuesto textil absorbente de la reivindicación 1, en el que la capa activa tiene una capacidad de retención para solución salina de entre 14 g/g y 40 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente de entre el 50 % y el 75 %, o entre 20 g/g y 35 g/g a un nivel de relleno de superabsorbente de entre el 50 % y el 75 %.
- 25 22. Uso de un material compuesto textil absorbente de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 21 para la fabricación de un kit para descontaminar un área de la piel contaminada con sustancias nocivas.

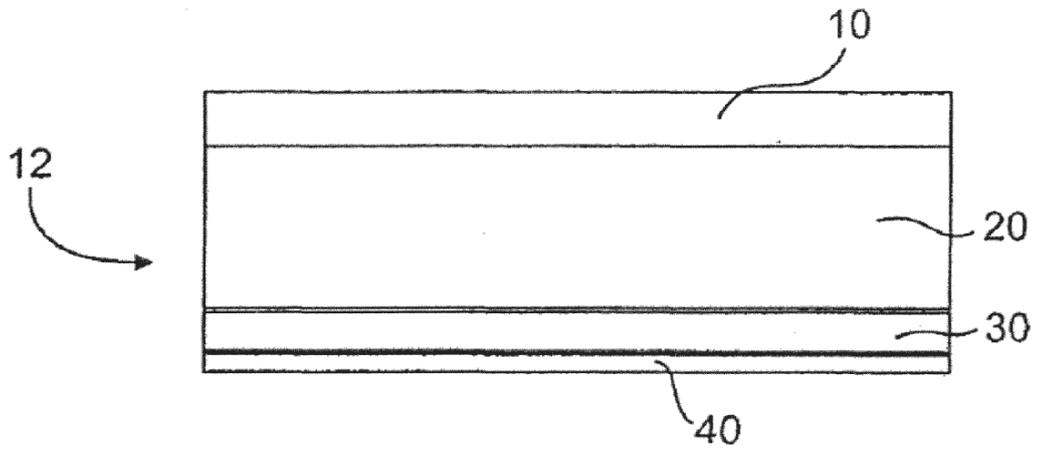


Fig. 1

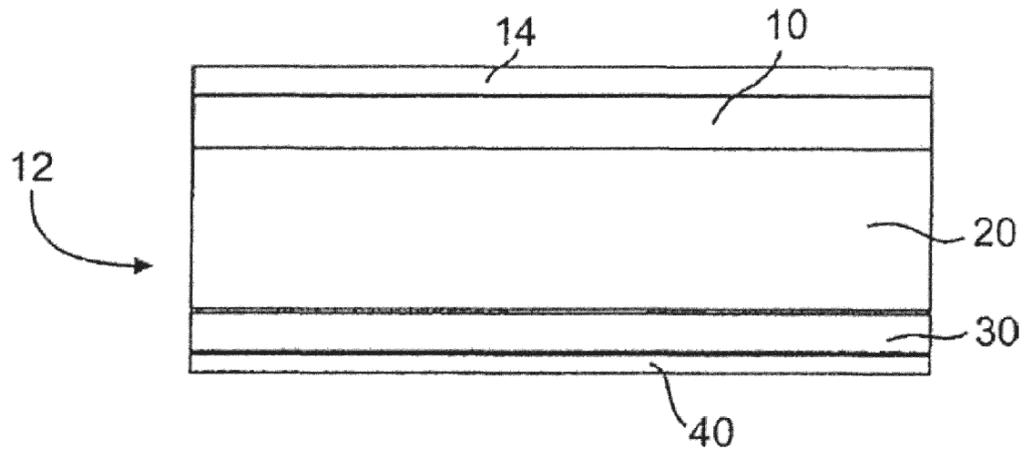


Fig. 2

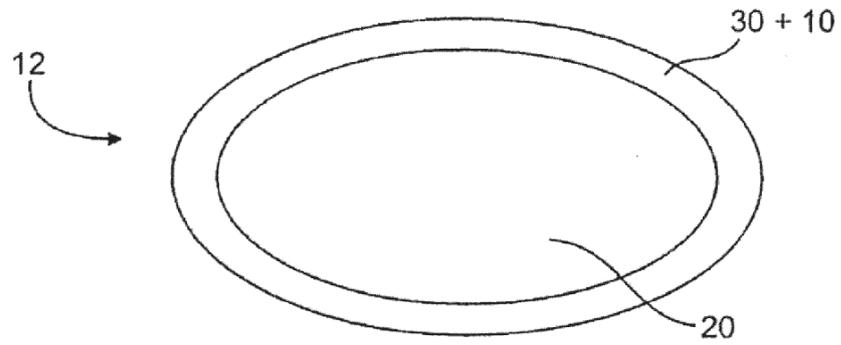


Fig. 3

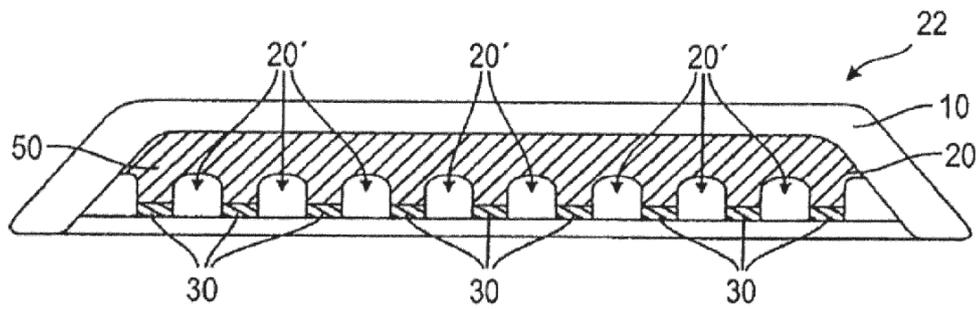


Fig. 4

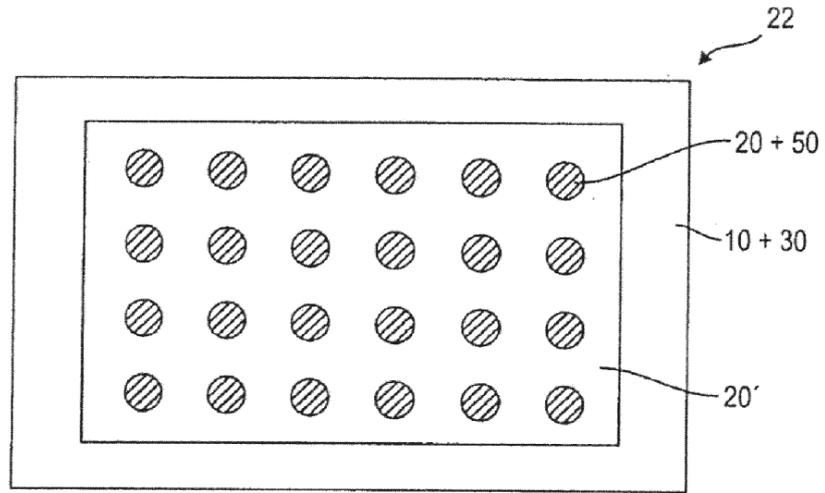


Fig. 5

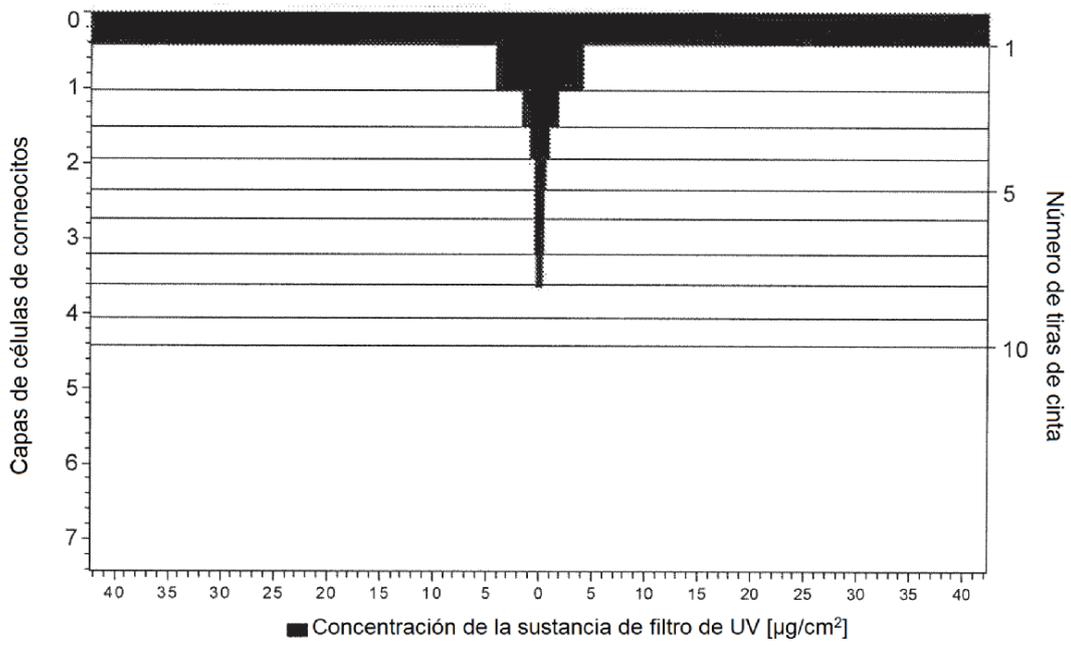


Fig. 6

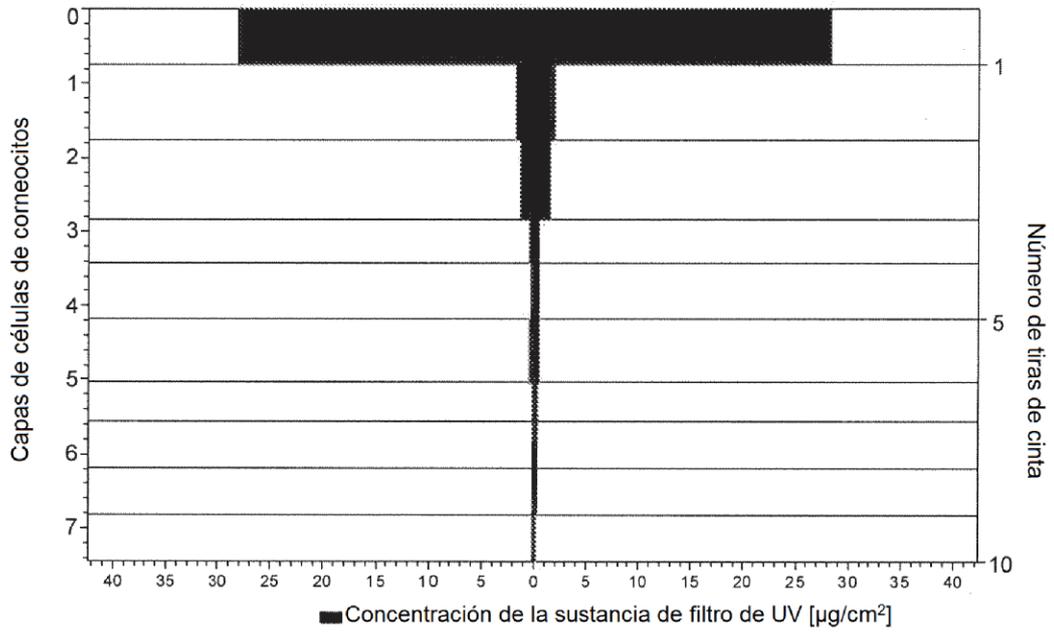


Fig. 7

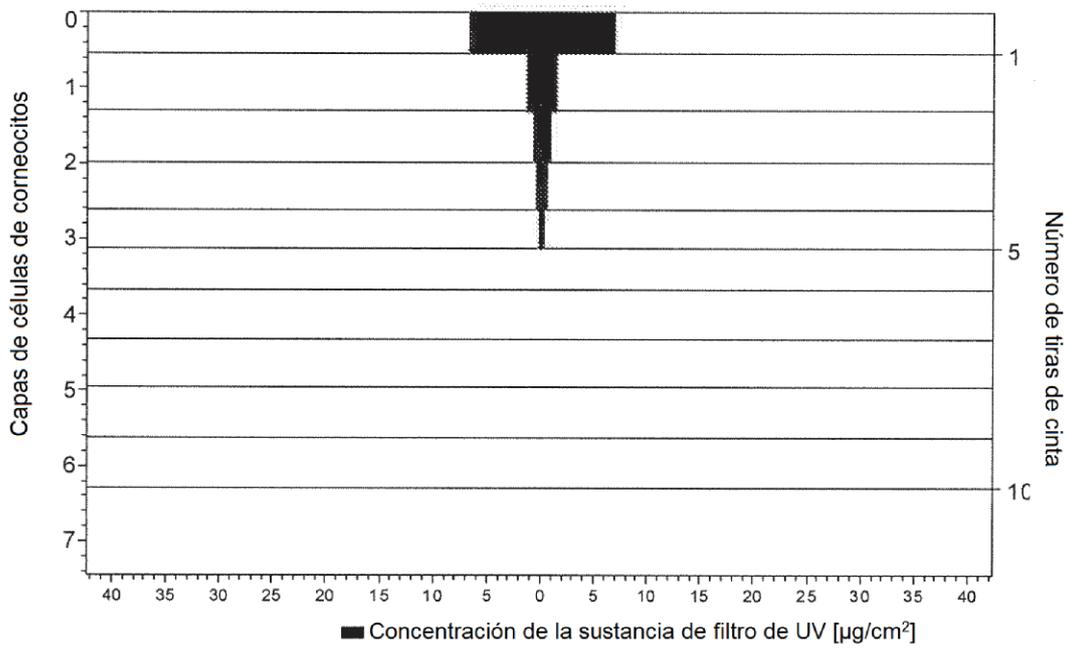


Fig. 8

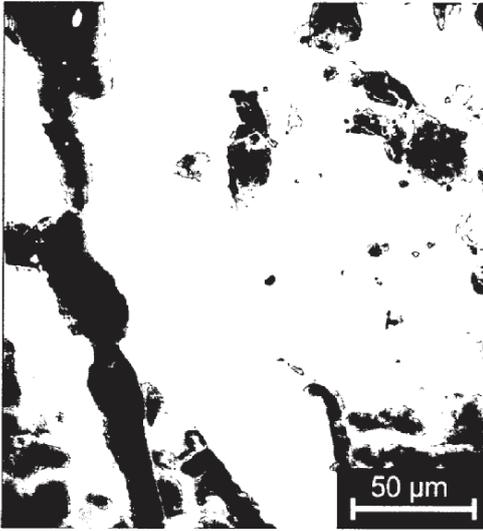


Fig. 9

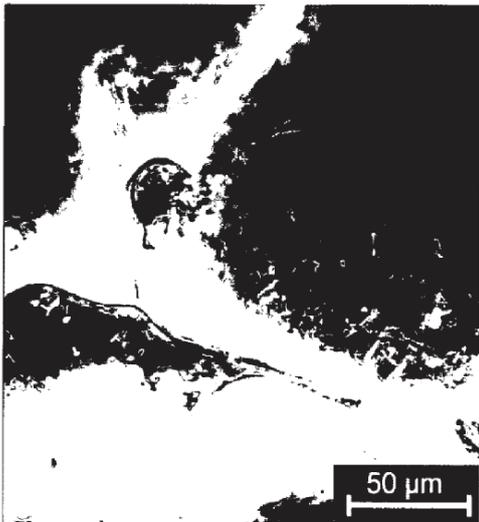


Fig. 10a

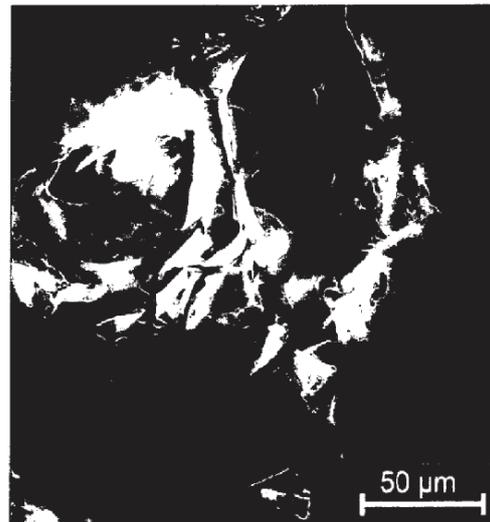


Fig. 10b

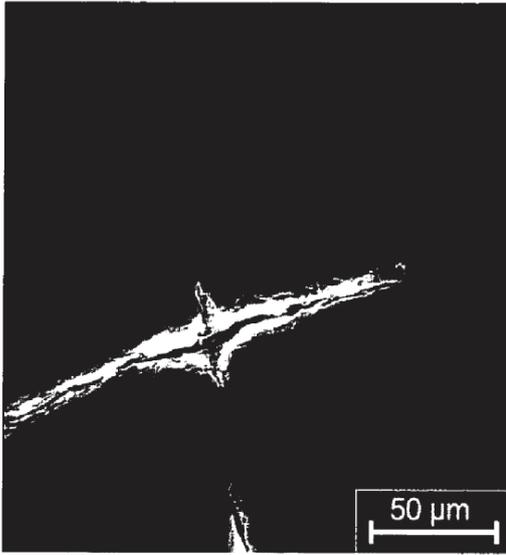


Fig. 11a

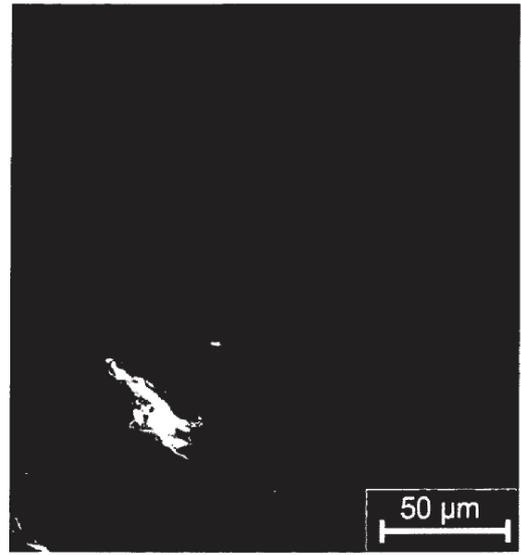


Fig. 11b

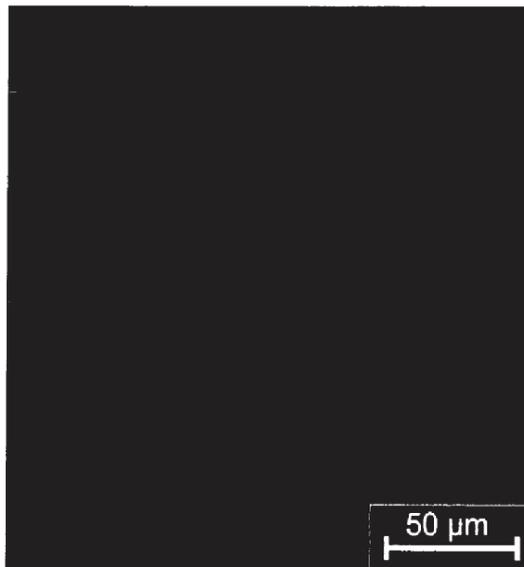


Fig. 11c

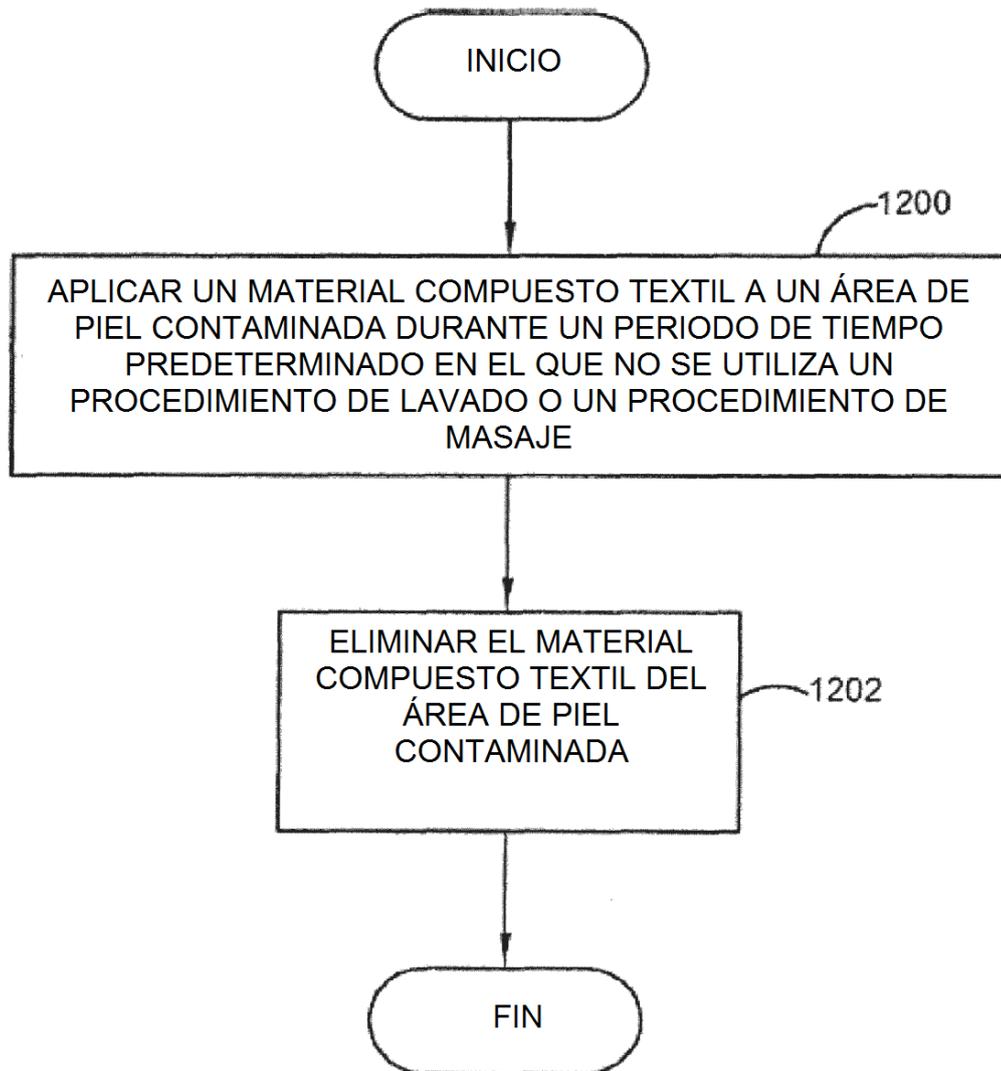


Fig. 12

