

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 199**

51 Int. Cl.:

| | |
|-------------------|-----------|
| G21F 1/10 | (2006.01) |
| D01F 1/10 | (2006.01) |
| D03D 15/00 | (2006.01) |
| G21F 3/02 | (2006.01) |
| D01D 5/30 | (2006.01) |
| D03D 1/00 | (2006.01) |

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.04.2014 PCT/SE2014/050412**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.10.2014 WO14163574**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.04.2014 E 14779514 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.06.2019 EP 2981975**

54 Título: **Material de protección radiológica**

30 Prioridad:

05.04.2013 SE 1350419

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

24.02.2020

73 Titular/es:

**TEN MEDICAL DESIGN AB (100.0%)
Onsala Strandväg 8
43937 Onsala, SE**

72 Inventor/es:

**APELL, PETRA y
GELLERSTEDT, FREDRIK**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 744 199 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 de protección radiológica

5 Campo de la invención

La presente invención pertenece en general al campo de un material de protección radiológica que comprende un material fibroso con filamentos que incluyen una sustancia radioopaca. Más en particular, la invención se refiere a un material compuesto fibroso en el que los filamentos están estructurados en un patrón regular para formar el material de protección radiológica. El material de protección radiológica se puede usar para aplicaciones médicas, tales como una prenda para aplicaciones médicas.

Antecedentes de la invención

15 En una situación normal de adquisición de imágenes radiológicas, el personal médico puede estar expuesto a rayos X secundarios con energías fotónicas que varían de 30 a 140 keV. La exposición regular a dicha radiación implica un riesgo de daño biológico causado por la absorción de energía de radiación en el cuerpo humano.

20 Las prendas de protección radiológica se usan comúnmente para proteger a los trabajadores sanitarios, así como a sus pacientes, de la exposición a la radiación durante la adquisición de imágenes diagnósticas. Este tipo de prendas a menudo se diseñan en forma de delantales con accesorios adicionales dependiendo del tipo de protección requerida. Los accesorios comúnmente usados son un collar para proteger el tiroides de la radiación, mangas y guantes.

25 El paciente puede estar protegido de la exposición involuntaria a la radiación mediante dispositivos tales como cortinas, protectores de gónadas, mamas, cara y tiroides, dependiendo de las circunstancias de la intervención.

30 Las prendas de protección radiológica están basadas a menudo en plomo (Pb), tal como las disponibles en Pulse Medical Inc., FL, EE.UU. Las prendas a base de plomo son generalmente pesadas e impermeables al aire y, por lo tanto, incómodas para el usuario. Además, son no ecológicas y, por tanto, son residuos peligrosos al desecharlos. También hay inconvenientes ergonómicos con las prendas de protección radiológica de tamaños más grandes, tales como un delantal, debido a su peso inherente (aproximadamente 5-10 kg) que pueden causar dolor de espalda lo que, a su vez, puede provocar problemas de concentración o enfermedades crónicas.

35 Están disponibles en el mercado materiales sin plomo que son considerados más ecológicos, basados en elementos, aleaciones o sales, por ejemplo, de antimonio (Sb), bario (Ba), estaño (Sn), bismuto (Bi), wolframio (tungsteno, W), etc. Los dispositivos de protección sin plomo son significativamente más ligeros en comparación con el dispositivo correspondiente basado en plomo.

40 Sin embargo, al igual que los productos a base de plomo, la eficacia de los dispositivos de protección sin plomo disponibles en la actualidad está sujeta a un envejecimiento, un agrietamiento y una fragilidad relativamente rápidos. Los materiales de protección radiológica utilizados en los productos actuales que contienen plomo y que no contienen plomo están presentes en forma de una o varias capas de películas impermeables al aire. Cuando está plegado, el material está expuesto a tensiones que, con el tiempo, pueden causar daños al material que pueden reducir las propiedades de protección radiológica. Esos productos, por tanto, no se pueden plegar y se deben colgar en percheros durante su almacenamiento. Además, los productos son relativamente rígidos e incómodos y no se pueden lavar a máquina sin el riesgo de causar una inconsistencia en el material, lo que compromete su seguridad frente a la radiación. Los fabricantes recomiendan limpiar la ropa con alcohol o similares, lo que da lugar a errores humanos con la consecuencia de transmitir bacterias de un paciente a otro, así como entre el personal. Independientemente de si son ligeros o no, los delantales de radiología tienen una cubierta de plástico que protege de la penetración de líquidos pero que impide también que la humedad traspase el material, lo que hace que el usuario se encuentre acalorado y sudoroso.

55 El documento US2009000007 divulga un material de un tejido de protección radiológica que comprende un polímero y una sustancia radioopaca ligera extruida en forma de filamentos y conformada en un tejido transpirable. Los filamentos extruidos se hilan en una red de tejido no tejido. Como tal, la estructura de los filamentos no se puede controlar durante el proceso de producción, en el que la protección radiológica puede verse afectada debido a los espacios entre los filamentos. Para mejorar las propiedades de protección radiológica de la red, el tejido se puede impregnar usando una solución que incluye la sustancia radioopaca, o colocándolo en una cámara de reacción para tratar adicionalmente el tejido. Sin embargo, la impregnación del tejido puede reducir la transpirabilidad del mismo y hacerlo frágil, rígido e incómodo. Es bastante obvio que el material del tejido de protección radiológica no tiene suficientes cualidades protectoras por parte de los filamentos únicamente, sino que debe ser procesado adicionalmente lo que afecta a las propiedades positivas que tiene respecto a los productos a base de plomo. Además, un material impregnado es engorroso de limpiar y, por tanto, de mantener, ya que el compuesto radioopaco precipitado sobre el tejido portador se ve afectado cada vez que se limpia. Así pues, no es adecuado para productos destinados a ser reutilizados múltiples veces, con limpieza y esterilización entre ellas.

5 El documento US 6 281 515 divulga una prenda con cualidades radioopacas, en la que se impregna un tejido usando una solución con un compuesto radioopaco ligero. El tejido puede comprender papel que se expone a la impregnación o se coloca en una cámara de reacción, tal como se ha descrito anteriormente, en la que los reactivos en forma de cloruro de bario y ácido sulfúrico. En una realización, un reactivo se puede formar dentro del tejido, tal como un hilo de metal y se puede exponer al otro reactivo para formar un reactivo de sulfato de bario. Sin embargo, todas las realizaciones descritas divulgan la impregnación del tejido, que presenta los problemas discutidos previamente. Asimismo, el uso de un hilo de metal hace que el tejido sea rígido e inadecuado para una prenda. El metal también está sujeto a fatiga, tras lo cual las cualidades radioopacas del material se deterioran y, si se transforma en una prenda, puede que ya no sea práctico usarla si está deformada. En el ejemplo divulgado, se usa en una máscara transpirable, que no necesita ser plegada. Sin embargo, no sería adecuado en prendas más grandes, tales como un delantal.

El documento EP 2253748 divulga un monofilamento que permite la radiografía de rayos X de contraste.

15 El documento JP 411337681A divulga un tejido de protección radiológica para ropa usada por personas que trabajan en edificios de reactores nucleares. El tejido tiene una fibra compuesta de tipo vaina-núcleo cuyo núcleo tiene una cantidad específica de polímero termoplástico con una sustancia simple o compuesta con el número atómico adecuado. El núcleo de la fibra compuesta de tipo vaina-núcleo tiene un 20-80 % en peso de polímero termoplástico. El polímero termoplástico tiene una sustancia simple o compuesta con un número atómico de 40 o más. La porción de la vaina de la fibra incluye una fibra termoplástica. La proporción que ocupa el núcleo en la fibra es del 40-85 % en peso.

20 El documento CH 668555A5 divulga una fibra de filamento de contraste de rayos X para su uso en la producción de fibras de contraste monofilamento o multifilamento y como hilo de sutura quirúrgica.

25 El documento GB2196343A divulga fibras o filamentos adaptados para absorber la radiación de microondas que comprenden fibras sintéticas con ferrita blanda en su interior.

30 El documento US 4517793A divulga una fibra radioopaca que comprende polipropileno, un agente de acoplamiento y de un 55 % a un 70 % de sulfato de bario. La fibra tiene aplicación particular en la fabricación de torundas y apósitos quirúrgicos.

35 El documento EP2336401A1 divulga un método para la preparación de una mezcla madre para la protección del infrarrojo cercano.

Otro inconveniente del uso de hilos metálicos asociados a un procedimiento quirúrgico es el peligro potencial de cortocircuitos cuando se efectúan procedimientos de RCP (reanimación cardiopulmonar), en los que los metales sin conexión a tierra pueden causar daños graves y riesgos para la salud debido al campo eléctrico de alto voltaje que rodea al paciente y al operador.

40 Por tanto, sería ventajoso un material de protección radiológica mejorado y, en particular, que permita una transpirabilidad mejorada y una mayor flexibilidad, rentabilidad, resistencia al envejecimiento y/o capacidad de plegado.

45 Sumario de la invención

50 De acuerdo con esto, las realizaciones de la presente invención preferentemente buscan mitigar, aliviar o eliminar una o más deficiencias, desventajas o problemas de la técnica, tales como los identificados anteriormente, solos o en cualquier combinación, mediante la provisión de un material y/o prenda de protección radiológica de acuerdo con las reivindicaciones de patente adjuntas.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un material de protección radiológica de acuerdo con la reivindicación 1.

55 La sustancia radioopaca puede comprender uno o varios metales diferentes, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal, en combinación con un polímero orgánico.

60 El polímero orgánico puede comprender al menos uno de los siguientes: - polivinilo, poliolefina, poliéster, poliacetato, - copolímeros de polivinilo, poliolefina y/o poliéster, - poliacetato, poli(cloruro de vinilo), polipropeno y/o acetato de etil vinilo.

65 El metal, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal, puede comprender al menos uno de los siguientes: - actinio, antimonio, bario, bismuto, bromo, cadmio, cerio, cesio, oro, yodo, indio, iridio, lantano, plomo, mercurio, molibdeno, osmio, platino, polonio, renio, rodio, plata, estroncio, tantalio, telurio, talio, torio, estaño, tungsteno y zirconio.

La cantidad de la sustancia radioopaca de los filamentos puede ser más de un 25 % en peso del peso total de los filamentos y menos de un 90 % en peso de los filamentos, y la parte restante del filamento puede constituir una matriz orgánica que incluye aditivos de proceso y colorantes.

5 La estructura del material fibroso puede permitir que el aire penetre a través del material, considerando que la permeabilidad al aire de una sola capa del material de protección radiológica está en el intervalo de 20 mm/s a 2000 mm/s, preferentemente de 50 mm/s a 1500 mm/s, más preferentemente de 100 mm/s a 750 mm/s.

10 La estructura del material fibroso puede ser un patrón regular tejido o tricotado. Al menos uno de la urdimbre o la trama puede comprender la sustancia radioopaca. En algunas realizaciones, la urdimbre y la trama comprenden la sustancia radioopaca.

15 De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, una prenda para su uso en la protección radiológica comprende una o varias capas del material de protección radiológica. La prenda puede ser para aplicaciones médicas.

20 De acuerdo con un ejemplo del estado de la técnica que no cae dentro del alcance de las reivindicaciones, un método para lavar una prenda comprende lavar la prenda con un líquido de lavado. La prenda se puede lavar en una lavadora, tal como una lavadora de tambor giratorio. La prenda se puede lavar junto con al menos uno de agua y detergente, opcionalmente ambos. Asimismo, la prenda se puede lavar después de plegarla. Los ejemplos comprenden lavar repetidamente la prenda entre un uso y otro de la misma.

Realizaciones adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

25 Algunas realizaciones de la invención proporcionan un material de protección radiológica cómodo que es ligero y transpirable. El material permite el transporte de vapor a través del material, lo que mejora significativamente la comodidad del usuario. Asimismo, es plegable sin comprometer la eficacia de la protección radiológica. Además, el material proporciona un mantenimiento fácil de realizar de cualquier prenda confeccionada con el mismo.

30 Es necesario enfatizar que las expresiones "comprende" o "que comprende" cuando se usan en esta memoria se emplean para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes fijados, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

35 Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos, características y ventajas de los que son capaces las realizaciones de la invención serán evidentes y se elucidarán a partir de la siguiente descripción de realizaciones de la presente invención, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

40 La Fig. 1 es un gráfico que muestra la protección relativa a la dosis de radiación usando múltiples capas del material de protección radiológica de acuerdo con realizaciones de la invención;

Las Fig. 2a-2b son vistas transversales de filamentos estructurados de acuerdo con realizaciones de la invención; y

45 Las Figs. 3a-3b son tablas que contienen datos de los ejemplos 1 y 2, respectivamente.

Descripción de realizaciones

50 Se describirán a continuación realizaciones específicas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos. La presente invención, sin embargo, se puede realizar de muchas formas diferentes y no se debe interpretar que está limitada a las realizaciones expuestas en el presente documento; sino que, más bien, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. La terminología usada en la descripción detalla de las realizaciones ilustradas en los dibujos adjuntos no pretende ser limitante de la invención. En los dibujos, los números iguales se refieren a

55 elementos iguales.

La siguiente descripción se centra en realizaciones de la presente invención que se pueden usar en aplicaciones médicas, tales como la protección de la radiación en técnicas de adquisición de imágenes médicas tales como la radiografía de rayos X, la fluoroscopia, la angiografía, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (MRI), la tomografía en medicina nuclear (tal como SPECT) y la tomografía por emisión de positrones (PET). Sin embargo, se apreciará que la invención no se limita a esta aplicación, sino que se puede aplicar a muchos otros procedimientos y áreas en los que la exposición a la radiación es un riesgo, tal como en centrales nucleares, durante el socorro en casos de desastre y en las fuerzas armadas.

65 Como será evidente, las características y atributos de las realizaciones específicas divulgadas en el presente documento se pueden combinar de diferentes maneras para formar realizaciones adicionales, todas las cuales están

dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, una prenda confeccionada con un material de protección radiológica de acuerdo con realizaciones de la invención puede comprender un delantal, ropa interior, una chaqueta, un chaleco, una falda, un collar para proteger el tiroides de la radiación, mangas, guantes, un pantalón, un abrigo y una gorra.

5 El lenguaje condicional utilizado en el presente documento tal como, entre otros, "puede", "podía", "podría", "por ejemplo" y similares, a menos que se indique específicamente lo contrario o se entienda de otro modo en el contexto usado, generalmente pretende transmitir que determinadas realizaciones incluyen determinadas características, elementos y/o estado, mientras que otras realizaciones no los incluyen. Así, dicho lenguaje condicional en general
10 no pretende implicar que las características, elementos y/o estados sean de ningún modo necesarios para una o más realizaciones o que una o más realizaciones incluyan necesariamente una lógica para decidir, con o sin aportación o indicación del autor, si estas características, elementos y/o estados están incluidos o se deben realizar en cualquier realización particular.

15 Cualquier descripción, elemento o bloque del proceso en los diagramas de flujo descritos en el presente documento y/o representados en los dibujos adjuntos debe entenderse que representan potencialmente módulos, segmentos o porciones de código que incluyen una o más instrucciones ejecutables para implementar etapas o funciones lógicas específicas en el proceso. Se incluyen implementaciones alternativas dentro del alcance de las realizaciones
20 descritas en el presente documento, en las que los elementos o funciones pueden ser eliminados, ejecutados sin el orden mostrado o discutido, incluso de manera sustancialmente concurrente o en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad implicada, tal como comprenderían los expertos en la técnica.

25 Debe enfatizarse que se pueden efectuar muchas variaciones y modificaciones en las realizaciones descritas anteriormente, cuyos elementos deben entenderse que son, entre otros, ejemplos aceptables. Todas estas modificaciones y variaciones pretenden estar incluidas en el presente documento dentro del alcance de esta divulgación y protegidas por las reivindicaciones que siguen.

30 Realizaciones de la invención comprenden un material de protección radiológica. El material de protección radiológica comprende un material fibroso con filamentos que incluyen una sustancia radioopaca. Los filamentos están estructurados en un patrón regular para formar el material de protección radiológica. Dicha estructura se puede obtener mediante tejido o tricotado. Así pues, el material de protección radiológica puede comprender un material tejido o tricotado.

35 Los filamentos pueden comprender un material compuesto que incluye que incluye el material radioopaco. Como tal, este es relativamente ligero, dependiendo de la cantidad de sustancia radioopaca en el material compuesto. El material compuesto es más ligero que los productos a base de plomo con el mismo volumen de material.

40 En algunas realizaciones, el material compuesto comprende un material inorgánico, por ejemplo, una composición inorgánica, que incluye uno o varios metales en forma elemental, en forma oxidada, una aleación del mismo o en forma de sal.

45 En algunas realizaciones, el material compuesto comprende una matriz de un polímero orgánico, tal como un polímero termoplástico. La matriz de un polímero orgánico se puede seleccionar entre cualquier tipo de polímero termoplástico, copolímero, etc. En algunas realizaciones, el polímero termoplástico comprende polivinilo, poliolefina, poliéster, poliacetato y/o copolímeros de los mismos. En algunas realizaciones, el copolímero o polímero termoplástico comprende poli(cloruro de vinilo), polipropeno y/o acetato de etil vinilo.

50 En algunas realizaciones, la sustancia radioopaca se puede seleccionar entre el grupo que comprende los elementos actinio, antimonio, bario, bismuto, bromo, cadmio, cerio, cesio, oro, yodo, indio, iridio, lantano, plomo, mercurio, molibdeno, osmio, platino, polonio, renio, rodio, plata, estroncio, tantalio, telurio, talio, torio, estaño, tungsteno y zirconio. Cada elemento puede estar incluido en una cantidad de al menos un 2 % en peso de la composición inorgánica.

55 En algunas realizaciones, se puede incluir un elemento o elementos que tienen características complementarias de absorción de energía en al menos una porción seleccionada del espectro de radiación electromagnética con energías en el intervalo de 10-200 keV, en las que dicho elemento o elementos están atenuando la radiación electromagnética que tiene energías superiores a 10 keV en un grado que es equivalente a una capa de plomo metálico con un espesor de al menos 0,10 mm.

60 La sustancia radioopaca puede comprender uno o varios metales diferentes, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal, como componente activo radioopaco. El metal en forma elemental, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal, puede comprender al menos uno de los siguientes: antimonio, bario, bismuto, lantano, plomo, estaño, tungsteno y zirconio.

65 En algunas realizaciones, el material compuesto comprende dos metales, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal, que se seleccionan entre los grupos de realizaciones diferentes. Esto

proporciona la optimización de las propiedades de protección radiológica en combinación con otras ventajas de la invención, tales como bajo peso, capacidad de plegado, etc., por ejemplo, dependiendo del tipo de prenda para la que se utilizará.

5 En algunas realizaciones, el material inorgánico de acuerdo con cualquiera de las realizaciones se puede combinar con múltiple polímeros. En algunas realizaciones, un polímero puede proporcionar, por ejemplo, propiedades optimizadas para encapsular el material inorgánico, y otro polímero puede proporcionar propiedades optimizadas al material compuesto para la técnica de producción, tal como para su tejido. Ejemplos de tales combinaciones incluyen, por ejemplo, el polímero poli(cloruro de vinilo) que proporciona la encapsulación del material inorgánico, y el ftalato de bis(2-etilhexilo), que actúa como plastificante en la matriz polimérica. Otro ejemplo es aquel en el que un hilo multifilamento comprende fibras de monofilamento de polipropileno, que incorporan los componentes radioopacos, en combinación con una fibra de monofilamento de poliéster, en el que la fibra de poliéster proporciona propiedades de resistencia, tal como una resistencia suficiente para manipular y/o fabricar el hilo, por ejemplo, mediante tejido. En algunas realizaciones se selecciona una combinación de dos o más polímeros entre la lista de polímeros anterior.

En algunas realizaciones, el material compuesto comprende una matriz de un polímero orgánico, tal como se ha enumerado anteriormente, en combinación con al menos un tipo de metal, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal. Por tanto, el material compuesto puede estar hecho de una mezcla del material radioopaco y la matriz de un polímero orgánico. Como tal, el material radioopaco puede estar embebido en la matriz del polímero orgánico. Así pues, realizaciones de la invención proporcionan una distribución esencialmente uniforme del material radioopaco dentro del material compuesto, por medio de lo cual se controlan las propiedades radioopacas del material de protección radiológica. Esto es sustancialmente mejor que tener solamente la sustancia radioopaca sobre la superficie de un portador, tal como un portador hecho de un material inorgánico, una matriz de un polímero orgánico, algodón, papel, etc., en los que el material radioopaco se puede formar, por ejemplo, mediante impregnación. Tales técnicas de impregnación tienen tendencia a la aglomeración en los cruces de fibras, por lo que las propiedades de protección radiológica no están controladas. Las realizaciones de la invención no presentan este problema, ya que la sustancia radioopaca se mezcla dentro del material compuesto y, de este modo, se puede distribuir de forma esencialmente uniforme dentro del material compuesto. En consecuencia, la sustancia radioopaca está distribuida de forma esencialmente uniforme a lo largo de toda una sección transversal del filamento, tal como se ilustra en las Figs. 2a-2b. Por tanto, la cantidad de sustancia radioopaca está distribuida de forma esencialmente uniforme desde un centro a una superficie del filamento, tal como se ilustra en las Figs. 2a-2b. En las Figs. 2a-2b, el filamento se ilustra en negro para indicar que la distribución de la sustancia radioopaca es esencialmente uniforme a lo largo de toda la sección transversal del filamento. Así pues, cada filamento del material compuesto de acuerdo con la invención es un filamento homogéneo, tal como un monofilamento homogéneo. El filamento homogéneo comprende la sustancia radioopaca distribuida de forma esencialmente uniforme a lo largo de una sección transversal del filamento. Esto es diferente a los filamentos de dos componentes, en los que la distribución de la sustancia radioopaca varía a lo largo de la sección transversal del filamento, una primera distribución en el centro del filamento para aumentar la radiopacidad y una segunda distribución hacia la superficie del filamento. La segunda distribución proporciona una envuelta con una resistencia mejorada pero con una radiopacidad deficiente. Por tanto, la radiopacidad sobre la superficie de un material de protección radiológica hecho de tales filamentos variará a lo largo de la superficie. A fin de reducir este efecto, los filamentos se pueden empaquetar de forma más densa. Sin embargo, los filamentos empaquetados de forma más densa reducen la transpirabilidad del material. Realizaciones de la invención proporcionan un material de protección radiológica con una radiopacidad más uniforme sobre la superficie, así como una mayor transpirabilidad en comparación con los materiales de protección radiológica previamente conocidos.

La cantidad de la sustancia radioopaca del material compuesto puede estar en el intervalo del 15-90 %, adecuadamente en el intervalo del 25-80 % y puede ser preferentemente de más del 25 % en peso del peso total y menos del 90 % del peso total del material compuesto.

El diámetro del filamento puede estar en el intervalo de 0,3 mm a 1,2 mm. Un filamento con un diámetro en este intervalo proporciona una combinación adecuada de protección radiológica, transpirabilidad y capacidad de plegado para su uso práctico como prenda de protección radiológica. El espesor real puede depender del uso real del material.

Un ejemplo de un filamento compuesto que incluye una sustancia radioopaca es el artículo número RONH 1030-785/2 de Roney Industri AB, Vellinge, Suecia, que consiste en un 61 % de sulfato de bario en una matriz de poli(cloruro de vinilo) y aditivos, que tiene un diámetro de 0,7 mm. Otro ejemplo de un filamento compuesto que incluye una sustancia radioopaca es Barilen 60 de Saxa Syntape GmbH, Luebnitz, Alemania, que es un hilo multifilamento con un 60 % de sulfato de bario en una matriz de polipropileno, soportada por filamentos de poliéster.

El material de protección radiológica comprende 15-30 filamentos por centímetro, preferentemente en el intervalo de 20-25 filamentos por centímetro. Cada filamento tiene un diámetro en el intervalo de 0,3 a 1,2 mm, preferentemente en el intervalo de 0,5 a 0,9 mm, por centímetro. Estos intervalos proporcionan un material de protección radiológica que es duradero, transpirable y relativamente ligero y que, sin embargo, proporciona suficientes propiedades de

protección radiológica. El diámetro real del filamento puede depender del uso previsto para una prenda que comprende el material de protección radiológica. En aplicaciones en las que se requiere una protección radiológica más baja, se puede usar un material de protección radiológica que comprenda un filamento con un diámetro más pequeño, tal como un diámetro en la parte inferior del intervalo indicado anteriormente, por ejemplo de 0,3 a 0,6 mm.

5 Análogamente, en aplicaciones en las que se requiere una mayor protección radiológica, se puede usar un material textil que comprenda un filamento con un diámetro mayor, tal como un diámetro en la parte superior del intervalo indicado anteriormente, por ejemplo de 0,9 a 1,2 mm. Además, para aumentar la transpirabilidad se puede reducir el número de filamentos por centímetro, tal como hasta la parte inferior del intervalo indicado anteriormente, por ejemplo 15-20 filamentos por centímetro, o viceversa para una transpirabilidad reducida, por ejemplo 25-30 filamentos por centímetro. El filamento mencionado en el ejemplo anterior se puede usar en tales realizaciones.

15 En algunas realizaciones, la estructura del material de protección radiológica, es decir, la estructura de múltiples filamentos individuales del material fibroso uno respecto al otro, está tejida o tricotada. En algunas realizaciones, al menos uno de la urdimbre y la trama comprende filamentos que incluyen la sustancia radioopaca, tal como se ha descrito anteriormente. En algunas realizaciones, los filamentos que forman al menos uno de la urdimbre y la trama comprenden solamente filamentos que incluyen la sustancia radioopaca, tal como se ha descrito anteriormente, es decir, no comprenden ningún otro tipo de filamentos. En otras realizaciones adicionales, tanto la urdimbre como la trama comprenden filamentos que incluyen la sustancia radioopaca, tal como se ha descrito anteriormente, y opcionalmente solamente tales filamentos y ningún otro tipo de filamentos. En aquellas realizaciones en las que solamente la urdimbre o la trama comprenden la sustancia radioopaca, el otro filamento puede comprender un material tal como algodón, poliéster, nailon o una poliolefina, que no incluye ninguna sustancia radioopaca.

25 La estructura del material de protección radiológica comprende los filamentos con espacios entre ellos. Los espacios pueden ser lo suficientemente grandes como para tener una alta permeabilidad al aire pero sin comprometer la protección radiológica. Los espacios adecuados que proporcionan apertura y ofrecen una excelente permeabilidad al aire y que, por tanto, proporcionan comodidad al usuario manteniendo al mismo tiempo la protección radiológica, son de aproximadamente 0,1 mm equivalentes de plomo o más. La apertura de uno o varios materiales se puede medir mediante un método de ensayo de la permeabilidad al aire "Determinación de la permeabilidad de los tejidos al aire" (SS-EN ISO 9237: 1995) utilizando una diferencia de presión de 100 Pa (1 mbar). En función de la técnica de tejido y la selección del diámetro de la fibra, la permeabilidad al aire puede estar en el intervalo de 20 mm/s a 2000 mm/s, preferentemente de 50 mm/s a 1500 mm/s, más preferentemente de 100 mm/s a 750 mm/s.

35 Otra forma de determinar la transpirabilidad del material de protección radiológica es medir la resistencia al vapor de agua. Esta medida está muy relacionada con la comodidad aparente de una indumentaria y se realiza mediante el método de ensayo EN 31 092: 1993. El número de capas de materiales es de gran importancia para obtener resultados positivos en cuanto a la resistencia a la transmisión por evaporación y la comodidad aparente para el usuario. El valor de resistencia a la pérdida de calor por evaporación (ret) de una indumentaria de protección radiológica debe ser inferior a 90, preferentemente inferior a 70, más preferentemente inferior a 50, a fin de obtener una comodidad aparente aceptable.

40 La Fig. 2a ilustra una realización de la estructura de los filamentos 1 del material de protección radiológica. Tal como se ilustra en la Fig. 2a, los filamentos están dispuestos de manera que protegen frente a la radiación 2, tal como la radiación que es esencialmente perpendicular a los filamentos 1. En esta realización, se dispone un primer grupo de filamentos 3 en una primera capa con espacios entre los filamentos del primer grupo. Un segundo grupo de filamentos 4 se dispone en una segunda capa con espacios entre los filamentos del segundo grupo 4. Asimismo, puede haber espacios intermedios entre los filamentos de la primera capa y los filamentos de la segunda capa que están contiguos. La anchura de los espacios entre los filamentos contiguos de la primera capa es más pequeña que la anchura o diámetro de los filamentos de la segunda capa, y viceversa. El primer grupo 3 y el segundo grupo 4 están dispuestos de tal manera que los filamentos del segundo grupo 4 cubren los espacios entre los filamentos del primer grupo, y viceversa. Así pues, es posible controlar y optimizar las propiedades de protección radiológica del material de protección radiológica, así como la transpirabilidad del material, utilizando la combinación de la estructura y las propiedades radioopacas de los filamentos. Asimismo, realizaciones de la invención proporcionan transpirabilidad, en las que se deja pasar aire a través de los espacios entre los filamentos. Al mismo tiempo, la estructura de los filamentos permite bloquear la radiación, también la radiación en la dirección esencialmente perpendicular al material de protección radiológica. Cada filamento del primer grupo 3 y del segundo grupo 4 puede estar dispuesto esencialmente paralelo a los filamentos contiguos en el mismo grupo. Los filamentos del mismo grupo, tal como el primer grupo 3, pueden estar dispuestos paralelos a los filamentos de otro grupo, tal como el segundo grupo 4. En otras realizaciones, los filamentos de un grupo, tal como el primer grupo 3, pueden estar dispuestos en un ángulo distinto de cero con respecto a los filamentos de otro grupo, tal como el segundo grupo 4.

60 La Fig. 2b ilustra una realización de la estructura de los filamentos 6 del material de protección radiológica. Tal como se ilustra en la Fig. 2b, los filamentos están dispuestos de manera que protejan frente a la radiación 7, tal como la radiación que es esencialmente perpendicular a los filamentos 6. En esta realización, los filamentos 6 están dispuestos en un único grupo 8 con una capa única de filamentos. En algunas realizaciones, hay espacios entre los filamentos 6 para mejorar la permeabilidad al aire. En otras realizaciones, los filamentos 6 están estructurados sin, o esencialmente sin, ningún espacio entre los filamentos 6 a fin de mejorar las propiedades de protección radiológica.

Por tanto, es posible controlar y optimizar las propiedades de protección radiológica del material de protección radiológica, así como la transpirabilidad del material, utilizando la combinación de la estructura y las propiedades radioopacas de los filamentos. Asimismo, realizaciones de la invención proporcionan transpirabilidad, en las que se deja pasar aire a través de los espacios entre los filamentos. Al mismo tiempo, la estructura de los filamentos permite bloquear la radiación. La radiación en dirección esencialmente perpendicular al material de protección radiológica se puede bloquear usando varias láminas del material de protección radiológica. Cada filamento del único grupo 8 puede estar dispuesto esencialmente paralelo a los filamentos contiguos en el único grupo 8.

En la realización de las Figs. 2a-2b, un solo filamento forma un hilo. En otras realizaciones, se pueden usar hilos multifilamento, en las que el hilo está estructurado de la misma manera que el filamento 2, 6 de las Figs. 2a-2b.

Ejemplos de patrones regulares son materiales fibrosos producidos mediante tejido, tricotado y trenzado. Las técnicas de tejido que se pueden usar vienen ilustradas por el satén y la sarga, incluidas las variaciones de las mismas, por ejemplo, la sarga rota de trama a dos caras. La Fig. 2b ilustra un ejemplo de una estructura obtenida cuando las fibras de la trama en la estructura están organizadas esencialmente en paralelo entre sí, mientras que la Fig. 2a ilustra un ejemplo de una estructura obtenida cuando las fibras de la trama en la estructura están separadas entre sí por la urdimbre. Ambas estructuras pueden estar presentes en una estructura tejida en diversas proporciones dependiendo de la técnica utilizada. Por tanto, la técnica de tejido se puede seleccionar para obtener la permeabilidad al aire y las propiedades de protección radiológica deseadas. La permeabilidad al aire también se puede ajustar por el número de filamentos de la trama contenidos por centímetro de material producido.

Expuesto como estado de la técnica fuera del alcance de las reivindicaciones, es un método para lavar una prenda confeccionada con el material de protección radiológica de acuerdo con realizaciones de la invención. La prenda puede ser para su uso en la protección radiológica. Por ejemplo, la prenda comprende una o varias capas del material de protección radiológica, tal como se ha descrito anteriormente. Además, la prenda es una prenda para aplicaciones médicas.

De acuerdo con el método, la prenda confeccionada con el material de protección radiológica de acuerdo con las realizaciones de la invención se proporciona en una etapa del método.

De acuerdo con el método, la prenda se puede introducir en una lavadora junto con un líquido de lavado, tal como agua. En algunas realizaciones, el líquido de lavado comprende detergente y, opcionalmente, también agua. Por ejemplo, la prenda se lava, opcionalmente solo junto con agua o adicionalmente junto con detergente, en una lavadora, tal como una lavadora de tambor giratorio. Por ejemplo, la prenda se pliega antes y/o después de introducirla en la lavadora, aunque antes de lavarla junto con el líquido de lavado. El método puede comprender el ajuste de la temperatura utilizada en la lavadora entre 20 y 95 grados Celsius. Además, se puede añadir detergente, tal como un detergente para ropa. Se puede seleccionar una cantidad apropiada de detergente de acuerdo con las instrucciones del detergente. La prenda se puede lavar durante un tiempo adecuado de acuerdo con las instrucciones de la lavadora para el lavado de una prenda médica. Por ejemplo, la prenda se lava a mano, opcionalmente junto con el líquido de lavado. Durante el lavado, la prenda y, por tanto, el material de protección radiológica, se plegará repetidamente. Así pues, el método comprende plegar repetidamente la prenda y lavar la prenda plegada. Dado que el material de protección radiológica comprende filamentos compuestos, el lavado y/o el plegado no comprometerán la función de protección radiológica de la prenda. Esto es diferente del material en una prenda de protección radiológica ordinaria, que está expuesta al riesgo de tensiones irreversibles cuando se pliega, mientras que el material de protección radiológica de acuerdo con las realizaciones de la invención permite una movilidad y una flexibilidad reversibles entre los filamentos. La capacidad de plegado y la flexibilidad reversible del material proporcionarán al usuario la opción de lavar repetidamente la prenda en una lavadora, de plegarla y/o de almacenar el producto plegado en un estante. También es diferente de las prendas confeccionadas con un material impregnado con una sustancia radioopaca, para las que el lavado repetido comprometería la impregnación y afectaría gradualmente a sus propiedades de protección radiológica. Sin embargo, la prenda de acuerdo con la invención se puede lavar repetidamente sin comprometer sus propiedades de protección radiológica.

Tal como se ha discutido anteriormente, el material de protección radiológica se puede usar en una prenda para su uso en la protección radiológica. La prenda puede comprender una o varias capas del material de protección radiológica, tal como para aumentar sus cualidades de protección radiológica. Un mayor número de capas mejorará la protección radiológica y un número adecuado de capas dependerá de las cualidades de protección radiológica de cada capa. Para funcionar correctamente, la realización debe reducir la penetración de la radiación en aproximadamente un 90 %. Sin embargo, al proporcionar el mismo nivel de protección radiológica, demasiadas capas del material textil radiopaco pueden disminuir la permeabilidad al aire, aunque muy pocas capas pueden exigir que el textil sea grueso y rígido y, por tanto, incómodo para el usuario. En algunas realizaciones que satisfacen estas condiciones, la prenda está hecha de 1 a 10 capas del material de protección radiológica, más preferentemente la prenda está hecha de 1 a 6 capas del material de protección radiológica, incluso más preferentemente, la prenda está hecha de 2 a 4 capas del material de protección radiológica. El efecto sobre la protección radiológica del número de capas del material de protección radiológica se ilustra en la tabla de la Fig. 3. Un número adecuado de capas para un material y una composición textil específicos es aquel con el que el nivel de radiación penetrada a través de la realización ha alcanzado el 10 % de la exposición total.

Las cualidades de protección radiológica se pueden medir en un equipo de rayos X habitual y en los ejemplos que siguen a continuación, el equipo de rayos X utilizado fue un Philips Super8CP (generador) a 100 kV y 10 mA de carga, fabricado por Philips, Eindhoven, Países Bajos. El detector utilizado fue un RaySafe Xi, fabricado por Unfors AB, Gotemburgo, Suecia.

5

Ejemplo 1

Se fabricó un material de protección radiológica de acuerdo con las realizaciones de la invención utilizando filamentos compuestos disponibles en el mercado que incluyen un material radioopaco (RONH 1030-785/2 de Roney Industri AB, Vellinge, Suecia, que consiste en un 61 % de sulfato de bario en una matriz de poli(cloruro de vinilo) y aditivos, con un diámetro de 0,7 mm). Los filamentos se estructuraron en un patrón regular tejiéndolos en sarga para formar el material de protección radiológica y obtener un material textil permeable al aire con la mayor protección radiológica posible. La urdimbre usada en el ejemplo 1 era polipropeno monofilamento, 33,33 tex (Nm 30) sin sustancia radioopaca añadida. La sarga se construyó con 20 tramas por cm de material textil y el peso superficial por capa en este ejemplo era de 1,59 kg/m².

10

15

En la tabla de la Fig. 3a, se puede observar que la primera capa de material de protección radiológica reduce significativamente la radiación penetrada. Las capas adicionales la reducían en menor grado, pero eran necesarias para alcanzar un nivel adecuado de protección. La permeabilidad al aire funcionaba de manera similar, ya que varias capas reducían la permeabilidad al aire. Por tanto, el número de capas debe ser tan bajo como sea posible sin comprometer la seguridad de la radiación. En este ejemplo, 6 capas del material de protección radiológica obtuvieron el 10 % de la exposición total. Usando el método de ensayo EN 31 092: 1993 mencionado anteriormente, la resistencia al vapor de agua (ret) se midió en 25 en una sola capa del material de protección radiológica y se midió en 47 para dos capas del material de protección radiológica.

20

25

Debe entenderse que el ejemplo ilustra solamente la permeabilidad al aire en relación con la protección radiológica. Otra composición de los compuestos inorgánicos proporcionaría posiblemente una mayor protección radiológica, por lo que serían necesarias menos capas del material de protección radiológica. Además, en un producto, tal como una prenda, que comprende el material de protección radiológica, la superficie externa e interna del producto pueden comprender un material superficial no de protección radiológica que también puede afectar de alguna manera a la permeabilidad al aire y a la resistencia al vapor de agua. Las mediciones mostradas en este ejemplo son solamente para los materiales de protección radiológica.

30

Ejemplo 2

35

Se fabricó un material de protección radiológica fuera del alcance de las reivindicaciones utilizando filamentos compuestos disponibles en el mercado que incluyen un material radioopaco (Barilen 60 de Saxa Syntape GmbH, Luebnitz, Alemania, que es un hilo multifilamento con un 60 % de sulfato de bario en una matriz de polipropileno, soportada por filamentos de poliéster). Había 30 filamentos con una dimensión de fibra de 2800-3200 m/kg en el que la fibra monofilamento individual de polipropeno que contenía sulfato de bario tenía un diámetro de aproximadamente 0,06 mm). Los filamentos se estructuraron en un patrón regular tejiéndolos en sarga para formar el material de protección radiológica y obtener un material textil permeable al aire con la mayor protección radiológica posible. La urdimbre usada en el ejemplo 2 era algodón 31,25 tex (Nm 32/2) sin sustancia radioopaca añadida. La sarga se construyó con 20 tramas por cm de material textil y el peso superficial por capa en este ejemplo era de 0,92 kg/m².

40

45

La tabla de la Fig. 3b muestra las propiedades de protección radiológica y de permeabilidad al aire del material en varios números de capas. Se observa claramente que la protección radiológica era menos eficaz en comparación con el Ejemplo 1 debido a su menor peso superficial. La composición multifilamento con fibras menos gruesas también redujo significativamente la permeabilidad al aire. Por tanto, es más preferente tener un monofilamento de un diámetro en el intervalo de 0,5 mm a 1 mm en términos de optimización de la permeabilidad al aire. Sin embargo, dependiendo de la dosis de radiación, puede ser deseable un peso superficial más bajo.

50

Realizaciones adicionales

55

En otra realización de un método, que se puede proporcionar también separado de otras realizaciones mencionadas en el presente documento, una lámina de protección radiológica impermeable al aire, denominada a veces lámina fundida, se reprocesa en filamentos. Como tal un material disponible en el mercado que no tiene las propiedades deseadas, por ejemplo, transpirabilidad, se puede usar para producir el material de protección radiológica de acuerdo con realizaciones de la invención. El método comprende cortar en tiras la lámina de protección radiológica impermeable al aire. A continuación, el material de protección radiológica cortado en tiras se extruye en filamentos en parte junto con polímeros vírgenes y material de protección radiológica virgen, o en total sin añadir ningún material virgen. Los filamentos se procesan después para obtener un tejido, tal como se ha discutido anteriormente usando una técnica de tejido o tricotado. En un ejemplo de esta realización, los resultados mostraban que la absorción de rayos X a través de un tejido tejido que comprendía un filamento proporcionado mediante este método tenía un rendimiento sorprendentemente bueno, muy próximo al rendimiento del material comercial.

60

65

Este método es útil para proporcionar un material de protección radiológica, en el que la trama comprende un filamento producido a partir de una prenda de protección radiológica reciclada. En tales realizaciones, la urdimbre puede comprender un material no de protección radiológica, tal como una urdimbre de polímero o algodón. El material de protección radiológica reciclado puede ser la lámina de protección radiológica impermeable al aire, o cualquiera de los filamentos de protección radiológica mencionados previamente. Los filamentos de protección radiológica reciclados se pueden cortar en tiras de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto a la lámina. Cualquier urdimbre que contenga material no de protección radiológica se elimina antes de tal corte en tiras.

Ejemplo 3

Se adquirió un material de protección radiológica en Kemmetech Ltd (Unit 4 Arnold Business Park, Branbridges Rd, East Peckham, Kent, TN12 5LG, Reino Unido), con el código de referencia FSLF0125/1200/U/NT. El material viene especificado como una lámina de vinilo sin plomo. La lámina se cortó en fragmentos usando unas tijeras y luego se introdujo en una extrusora a una temperatura de aproximadamente 170 grados Celsius. La fibra se condujo a través de un baño de agua con muy poca tensión y se enrolló después en un rodillo. Se midió el diámetro de la fibra en 0,76 mm. Seguidamente, la fibra se tejió para dar un tejido de sarga utilizando el equipo de Dornier. El tejido final tenía 22 fibras del material de protección radiológica por centímetro. La absorción de radiación se midió de acuerdo con el ejemplo anterior utilizando el generador Philips Super8CP. Para absorber el 90 % de la irradiación, se requerían 3,48 kg/m² de la lámina de vinilo sin plomo de Kemmetech Ltd, mientras que se requerían 3,61 kg/m² del tejido procesado tal como se ha descrito anteriormente. La disminución del rendimiento está relacionada en parte con el hecho de que se necesita un hilo de urdimbre inactivo en el tejido, así como con el hecho de que hay una porosidad en el tejido que puede permitir que pase algo de radiación. Sin embargo, el aumento de peso es relativamente pequeño en vista de otros beneficios que se obtienen, como son la transpirabilidad y la durabilidad para el plgado.

Ejemplos adicionales

Se proporcionaron varias composiciones de tejidos usando el filamento producido mediante el método que incluye cortar en tiras un material de protección radiológica disponible en el mercado. Las composiciones se ensayaron y se evaluaron para determinar la absorción de radiación. La Tabla 1 muestra algunos resultados en los que todas las muestras son tejidos fabricados tal como se ha especificado previamente y los filamentos comprenden un 60 % en peso de un metal, en forma de sal o de óxido. La matriz era acetato de etil vinilo (EVA) y se determinó la eficacia como el peso superficial necesario para absorber el 90 % de la radiación expuesta (100 kV y 10 mAs). Se midieron dos muestras, Muestra A y Muestra B, y los resultados se muestran en la Tabla 1. Las mediciones muestran que se obtiene una absorción suficiente usando óxido de wolframio (tungsteno), sulfato de bario, así como óxido de estaño como metal, en forma elemental, en forma oxidada, como aleación o en forma de sal.

Tabla 1

| Metal | Muestra A | Muestra B |
|---|-----------|-----------|
| Óxido de tungsteno (VI) (WO ₃) | 0 % | 20 % |
| Sulfato de bario (BaSO ₄) | 50 % | 40 % |
| Óxido de estaño (II) (SnO) | 50 % | 40 % |
| | | |
| Peso superficial a un 90 % de absorbancia (g/m ²) | 6,05 | 5,80 |

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a realizaciones específicas. Sin embargo, otras realizaciones distintas a las descritas previamente también son posibles dentro del alcance de la invención. Se pueden proporcionar etapas de método diferentes a las descritas anteriormente dentro del alcance de la invención. Las diferentes características y etapas de la invención se pueden combinar en otras combinaciones distintas a las descritas. El alcance de la invención solo está limitado por las reivindicaciones de patente adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un material de protección radiológica que comprende:
 un material fibroso con filamentos que incluyen una sustancia radioopaca, en el que los filamentos están
 5 estructurados en un patrón regular para formar el material de protección radiológica, en el que los filamentos
 compuestos comprenden un material compuesto que incluye la sustancia radioopaca, y en el que la sustancia
 radioopaca se mezcla dentro del material compuesto y se distribuye de forma esencialmente uniforme dentro del
 material compuesto, en el que el diámetro de los filamentos está en el intervalo de 0,3 mm a 1,2 m, caracterizado
 10 por que la sustancia radioopaca está distribuida de forma esencialmente uniforme a lo largo de toda la sección
 transversal del filamento, desde un centro a una superficie del filamento y el material de protección radiológica
 comprende 15-30 filamentos por centímetro.
2. El material de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la cantidad de la sustancia radioopaca de los filamentos
 15 es más de un 25 % en peso y menos de un 90 % en peso del peso total de los filamentos y, preferentemente, la
 parte restante del filamento comprende una matriz orgánica que incluye aditivos de proceso y colorantes.
3. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el diámetro de los filamentos está
 en el intervalo de 0,3 mm a 0,6 mm.
- 20 4. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el diámetro de los filamentos está
 en el intervalo de 0,9 mm a 1,2 mm.
5. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material es un material de
 protección radiológica frente a una radiación ionizante.
- 25 6. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada filamento de los
 filamentos compuestos es un filamento homogéneo.
7. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la sustancia radioopaca
 30 comprende uno o varios metales diferentes, en forma oxidada, en forma elemental, como una aleación o en forma
 de sal, en combinación con un polímero orgánico.
8. El material de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el polímero orgánico comprende al menos uno de
 35 - polivinilo, poliolefina, poliéster, poliacetato, y/o al menos uno de
 - copolímeros de polivinilo, poliolefina y/o poliéster, y/o al menos uno de
 - poliacetato, poli(cloruro de vinilo), polipropeno y/o acetato de etil vinilo; y
 el metal en forma elemental, en forma elemental, en forma oxidada, como una aleación o en forma de sal,
 40 comprende al menos uno de:
 - actinio, antimonio, bario, bismuto, bromo, cadmio, cerio, cesio, oro, yodo, indio, iridio, lantano, plomo, mercurio,
 molibdeno, osmio, platino, polonio, renio, rodio, plata, estroncio, tantalio, telurio, talio, torio, estaño, tungsteno y
 zirconio.
- 45 9. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura del material
 fibroso permite que el aire penetre a través del material, considerando que la permeabilidad al aire de una sola capa
 del material de protección radiológica está en el intervalo de 20 mm/s a 2000 mm/s, preferentemente de 50 mm/s a
 1500 mm/s, más preferentemente de 100 mm/s a 750 mm/s, cuando se mide mediante el método de ensayo de la
 50 permeabilidad al aire "Determinación de la permeabilidad de los tejidos al aire" (SS-EN ISO 9237: 1995) utilizando
 una diferencia de presión de 100 Pa (1 mbar).
10. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura del material
 fibroso es un patrón regular tejido, y en el que al menos uno de la urdimbre y la trama comprende la sustancia
 55 radioopaca, preferentemente la urdimbre y la trama comprenden la sustancia radioopaca.
11. El material de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el valor de la resistencia a la
 pérdida de calor por evaporación del material es inferior a 90, preferentemente inferior a 70, más preferentemente
 inferior a 50, cuando se mide de acuerdo con el método de ensayo definido en la norma EN 31 092: 1993.
- 60 12. Una prenda para su uso en la protección radiológica, en el que la prenda comprende una o más capas del
 material de protección radiológica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, en el que la prenda es
 preferentemente una prenda para aplicaciones médicas, tal como al menos uno de un delantal, ropa interior, una
 chaqueta, un chaleco, una falda, un collar para proteger el tiroides de la radiación, mangas, guantes, un pantalón, un
 65 abrigo o una gorra, que comprende preferentemente de 1 a 10 capas del material de protección radiológica.

13. La prenda de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la prenda es una indumentaria de protección radiológica y en el que el valor de la resistencia a la pérdida de calor por evaporación de la indumentaria de protección radiológica es inferior a 90, preferentemente inferior a 70, más preferentemente inferior a 50, cuando se mide de acuerdo con el método de ensayo definido en la norma EN 31 092: 1993.

5

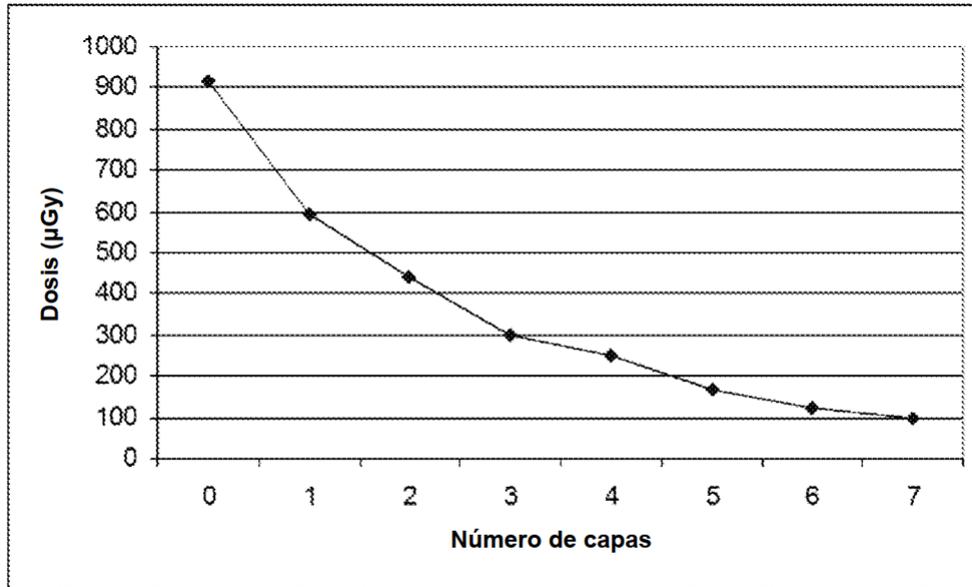


Fig. 1

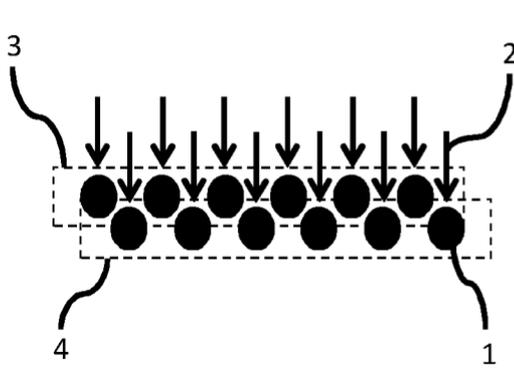


Fig. 2a

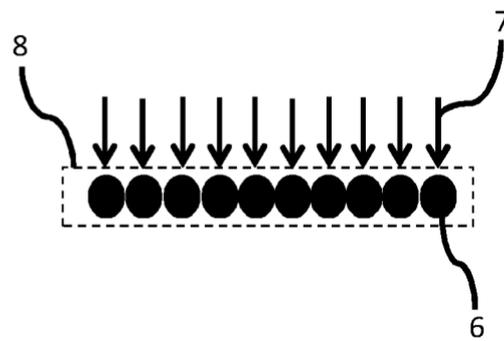


Fig. 2b

| Número de capas | Dosis penetrada (μGy) | Permeabilidad al aire (mm/s) |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------|
| 0 | 976 | - |
| 1 | 591 | 1528 |
| 2 | 379 | 1000 |
| 3 | 262 | 750 |
| 4 | 170 | - |
| 5 | 119 | - |
| 6 | 86 | - |

Fig. 3a

| Número de capas | Dosis penetrada (μGy) | Permeabilidad al aire (mm/s) |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------|
| 0 | 976 | - |
| 1 | 756 | 454 |
| 2 | 594 | - |
| 3 | 477 | - |
| 4 | 386 | - |
| 5 | 312 | - |
| 6 | 258 | - |

Fig. 3b