



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 317 027**

(51) Int. Cl.:

G21F 1/12 (2006.01)

G21F 3/03 (2006.01)

A61B 6/10 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **04764811 .8**

(96) Fecha de presentación : **03.09.2004**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1540663**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.06.2005**

(54) Título: **Material de protección contra la radiación sin plomo con dos capas de diferente propiedad de blindaje.**

(30) Prioridad: **03.09.2003 DE 103 40 639**
08.01.2004 DE 10 2004 001 328

(73) Titular/es: **Mavig GmbH**
Stahlgruberring 5
81829 München, DE

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2009

(72) Inventor/es: **Eder, Heinrich**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2009

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 317 027 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 contra la radiación sin plomo con dos capas de diferente propiedad de blindaje.

5 La invención se refiere a un material de protección contra la radiación sin plomo en el intervalo de energías de un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV.

10 La mayoría de la ropa de protección contra la radiación convencional en el diagnóstico por rayos X contiene plomo u óxido de plomo como material de protección.

15 El plomo y su procesamiento llevan a un alto impacto medioambiental debido a su toxicidad. Debido a que el plomo posee un peso muy alto, las ropas de protección de plomo son extraordinariamente pesadas, lo que significa una fuerte carga física para el usuario. Al llevar la ropa de protección, por ejemplo en intervenciones médicas, el peso es de gran importancia para la comodidad al llevarla y la carga física del personal médico.

20 Ya se conocen materiales alternativos al plomo para aplicación en protección contra la radiación.

25 El documento DE 199 55 192 A1 describe un procedimiento para fabricar un material de protección contra la radiación de un polímero como material de matriz y el polvo de un metal de alto número atómico.

30 El documento DE 201 00 267 U1 describe un material de protección contra la radiación de tipo gomoso, flexible, ligero, altamente elástico añadiendo aditivos de elementos químicos y sus óxidos con un número atómico mayor igual a 50 a un polímero especial.

35 Para reducir el peso en comparación con delantales de plomo convencionales, en el documento EP 0 371 699 A1 se propone un material que, además de un polímero como matriz, también presenta elementos de mayor número atómico. En este sentido se menciona un gran número de metales.

40 El documento DE 102 34 159 A1 describe un material alternativo al plomo para fines de protección contra la radiación en el intervalo de energías de un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV.

45 Dependiendo de los elementos utilizados, el grado de atenuación o el equivalente en plomo (norma internacional IEC 61331-1, Protective devices against diagnostic medical X-radiation) del material respectivo muestra una dependencia parcialmente muy marcada de la energía de radiación, que es una función del voltaje del tubo de rayos X.

50 Los materiales sin plomo tienen, en comparación con el plomo, un comportamiento de absorción en parte fuertemente diferente en función de la energía de los rayos X. Por este motivo, para simular el comportamiento de absorción del plomo a maximización simultánea del ahorro de peso se requiere una ventajosa combinación de diferentes elementos.

55 Por este motivo, el campo de aplicación de la ropa de protección contra la radiación sin plomo habitual en el comercio está generalmente limitado. Para poder sustituir el plomo para fines de protección contra la radiación se requiere un comportamiento de absorción lo más parecido posible al del plomo durante un intervalo de energías mayor ya que las sustancias de protección contra la radiación se clasifican normalmente según el equivalente en plomo y los cálculos de la protección contra la radiación se basan frecuentemente en equivalentes en plomo.

60 Por equivalente en plomo global en una estructura con forma de capas de protección de un material alternativo al plomo se entiende el equivalente en plomo de la suma de todas las capas de protección. Por equivalente en plomo nominal global se entiende el equivalente en plomo que debe especificar el fabricante según DIN EN 61331-3 para el equipo de protección personal.

65 En mediciones de los equivalentes en plomo y los factores de atenuación en función del voltaje del tubo se ha establecido que el efecto protector de materiales sin plomo, especialmente a un voltaje del tubo de rayos X de 60 a 80 kV, es considerablemente menor en comparación con el plomo que en el intervalo de energías de 80 a 100 kV.

70 Esto tiene esencialmente dos motivos. Por una parte, el coeficiente de atenuación de masa de materiales sin plomo, como estaño, es inferior al del plomo a la energía media del espectro de 60 kV, es decir, a aproximadamente 25 keV. Por otra parte, en este bajo intervalo de energías se muestra un efecto de incremento de dosis especialmente grande. En otras palabras, el efecto protector del material se reduce por la formación de radiación secundaria en la parte de salida de la radiación.

75 Para lograr un alto efecto protector, el incremento de dosis en el material sin plomo deberá mantenerse lo más bajo posible. Como ya se expone, en el material se excita una radiación secundaria que a campos de radiación grandes repercute de forma reductora en el efecto de blindaje del material. La mayoría de las veces, la radiación de fluorescencia excitada es responsable del incremento de dosis.

80 El incremento de dosis se expresa numéricamente mediante el denominado factor de incremento según IEC 61331-1.

ES 2 317 027 T3

El objetivo de la presente invención consiste en poner a disposición un material de protección contra la radiación sin plomo que presente pequeñas cantidades o sólo despreciables de radiación secundaria durante el intervalo de energías de un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV y por tanto garantice un efecto de blindaje óptimo.

5 El objetivo de la presente invención se alcanza con un material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 1.

La presente invención se refiere a un material de protección contra la radiación sin plomo en el intervalo de energías de un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV con una estructura de capas de dos capas de diferentes propiedades de blindaje.

10 La invención se refiere además a una ropa de protección contra la radiación a partir del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención.

15 Según la invención es esencial que el material de protección contra la radiación sin plomo presente dos capas con diferentes propiedades de blindaje. En esta estructura de dos capas, la composición de los materiales de protección está en una capa de manera que una capa no logra todas las propiedades deseadas en cuanto al efecto de blindaje, especialmente durante un intervalo de energías mayor de 60 a 125 kV. Sólo las dos capas juntas dan como resultado propiedades de blindaje óptimas.

20 La estructura de capas de dos capas de diferentes propiedades de blindaje del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención está constituida por una capa de radiación secundaria y una capa de barrera.

25 La capa de radiación secundaria transforma una gran parte de los rayos X incidentes en radiación secundaria, es decir, radiación de fluorescencia.

La capa de barrera bloquea la radiación de fluorescencia formada en la capa de radiación secundaria y ella misma sólo desarrolla una pequeña radiación secundaria.

30 La capa de radiación secundaria y la capa de barrera como estructura de capas presentan muy buenas propiedades de blindaje cuando el material de protección contra la radiación sin plomo según la invención se procesa en una ropa de protección. Entonces, la capa de radiación secundaria se prevé como capa alejada del cuerpo de la ropa de protección. La capa de barrera, que está dispuesta como capa próxima al cuerpo en la ropa de protección, bloquea eficazmente la radiación de fluorescencia formada en la capa de radiación secundaria en la dirección del cuerpo. Esto garantiza una 35 capacidad de blindaje óptima frente a la radiación de los rayos X.

Las figuras sirven para explicar adicionalmente la invención.

40 La fig. 1 muestra factores de incrementos de distintos materiales.

45 La fig. 2 muestra una estructura tipo sándwich del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención.

El material de protección contra la radiación sin plomo es especialmente adecuado para el intervalo de energías de 45 un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV, preferiblemente 60 a 100 kV, especialmente 60 a 80 kV.

50 La capa de radiación secundaria contiene estaño o compuestos del mismo en una cantidad del 50 al 100% en peso. En una forma de realización preferida de la invención, la capa de radiación secundaria contiene estaño en una cantidad del 50 al 90% en peso y al menos otro elemento que se elige de yodo, cesio, bario, lantano, cerio, praseodimio, neodimio y compuestos de los mismos en una cantidad del 10 al 50% en peso.

55 La capa de barrera del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención comprende al menos un elemento que se elige de bismuto, wolframio y compuestos de los mismos. Se prefiere el uso de bismuto. Ha demostrado ser ventajoso cuando la capa de barrera contiene wolframio en una cantidad del 0 al 30% en peso y/o bismuto en una cantidad de al menos el 30% en peso.

60 Se ha mostrado que la capa de barrera presenta un efecto de barrera todavía mejor frente a la radiación secundaria de la capa de radiación secundaria cuando comprende además al menos un elemento de los números atómicos 61 a 71 o compuestos del mismo. En una forma de realización preferida de la presente invención, el elemento se elige del grupo erbio, holmio, disprosio, terbio, gadolinio, europio, samario, lutecio, iterbio, tulio y compuestos de los mismos. Se prefiere especialmente el gadolinio o un compuesto del mismo.

65 Además, ha demostrado ser ventajoso cuando la capa de barrera todavía contiene adicionalmente al menos un elemento del grupo tántalo, hafnio, torio, uranio y compuestos de los mismos.

La proporción de peso de los otros elementos contenidos en la capa de barrera y/o sus compuestos puede ascender hasta el 80% en peso. La cantidad del (de los) otro(s) elemento(s) y/o sus compuestos se encuentra preferiblemente en un intervalo del 20 al 70% en peso.

ES 2 317 027 T3

Las dos capas del material sin plomo según la invención contienen un material de matriz en una cantidad del 0-12% en peso, preferiblemente 2-10% en peso, especialmente 4-8% en peso.

El material de matriz forma casi una capa de soporte para los materiales de protección en la que éstos están dispersos en forma de polvo. Ejemplos de un material de matriz son goma, látex, polímeros sintéticos flexibles o rígidos y materiales de silicona.

También se ha establecido de forma sorprendente que el incremento de dosis o el rendimiento de radiación secundaria en el material de protección contra la radiación sin plomo según la invención es considerablemente menor que en materiales sin plomo habituales en el comercio como consecuencia de la separación en una capa de baja radiación secundaria y una capa con alta radiación secundaria. Para ello se remite a la fig. 1. En la fig. 1, YM significa la curva del material sin plomo según la invención y las curvas A y B se basan en materiales sin plomo habituales en el comercio que representan una mezcla en polvo sin estructura de capas. Sin más es evidente que la curva de YM va muy próxima a la curva del Pb, lo que significa que el material de protección contra la radiación sin plomo según la invención presenta propiedades de blindaje similarmente buenas a las del material de plomo.

La capa de radiación secundaria y/o la capa de barrera del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención pueden comprender preferiblemente al menos una capa de material puro. Con la expresión "capa de material puro" se indica una capa que, además del material de matriz, sólo contiene en cada caso uno de los elementos previamente mencionados y compuestos del mismo, es decir, una sustancia protectora. En una forma de realización preferida, estas capas de material puro poseen menos del 5% en peso del material de matriz.

Además, se ha comprobado de forma sorprendente que una sustancia protectora o una combinación de sustancias protectoras, que se prevé en capas de material puro separadas, posee un efecto protector esencialmente mejor, es decir, efecto de blindaje, que un material en el que están mezclados todos los materiales, por ejemplo, como polvo.

En la práctica se ha comprobado que las capas de material puro producen un efecto de blindaje especialmente bueno cuando están fuertemente comprimidas, es decir, cuando entre las partículas del material de blindaje existen espacios lo más pequeños posibles, de manera que está presente una capa con la más alta densidad posible. La compresión de la capa se realiza, por ejemplo, mediante una distribución de tamaños de grano adecuada y/o compresión mecánica según procedimientos conocidos.

En una forma de realización preferida, las capas de material puro deberán estar comprimidas hasta más del 75% en volumen. Se prefiere especialmente una compresión de capas de material puro de hasta más del 90% en volumen.

En una forma de realización preferida del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención, la capa de radiación secundaria y/o la capa de barrera comprenden al menos una capa de material puro. La capa de radiación secundaria se configura de tal manera que contiene elementos de los números atómicos 39 a 60 o sus compuestos. También pueden preverse varias capas de material puro de estos elementos y/o sus compuestos.

En otra forma de realización preferida del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención, la capa de barrera comprende una o varias capas de material puro de los elementos de números atómicos superiores a 71 y/o compuestos de los mismos. La capa de barrera también puede comprender adicionalmente una o varias capas de material puro de los elementos de números atómicos 61 a 71 o compuestos de los mismos.

Los elementos con los números atómicos 61 a 71 y/o sus compuestos también pueden presentarse en una capa separada como una denominada capa intermedia que está dispuesta entre la capa de radiación secundaria y la capa de barrera.

En algunos casos, la práctica ha mostrado que los mejores resultados de blindaje se alcanzan cuando las capas de material puro fuertemente comprimidas se presentan en forma de láminas metálicas, como por ejemplo como tiras de láminas o plaquetas de láminas.

Las láminas metálicas presentan generalmente un espesor de 0,005 a 0,25 mm.

Las láminas se encuentran normalmente superpuestas sin unión entre ellas. No obstante, si debido a motivos prácticos o técnicos debe fabricarse una unión entre las láminas, entonces éstas pueden fabricarse según procedimientos habituales.

A continuación se muestra que el material de protección contra la radiación sin plomo según la invención presenta resultados muy buenos en cuanto al efecto de blindaje en comparación con materiales de protección contra la radiación sin plomo ya conocidos, especialmente a 60 kV.

Se fabricaron e investigaron los siguientes materiales a partir de los siguientes constituyentes:

Constituyentes: 40% en peso de estaño, 10% en peso de óxido de cerio, 20% en peso de óxido de gadolinio, 20% en peso de bismuto, 10% en peso de wolframio.

ES 2 317 027 T3

Los materiales de protección contra la radiación se procesaron del siguiente modo:

Material 1: los constituyentes anteriores se mezclan uniformemente en forma de polvo en una matriz polimérica;

5 Material 2: estratificación de los constituyentes por separado en capas de material puro en forma de polvo;

Material 3: estratificación de los constituyentes anteriores por separado en láminas de material puro.

10 El peso por unidad de superficie fue en todos los casos 4,7 kg/m².

15 En el haz de rayos estrecho de un tubo de rayos X resultaron los siguientes factores de atenuación según la siguiente tabla 1:

TABLA 1

Voltaje del tubo (kV)	Material 1	Material 2	Material 3
60	348	497	746
125	9,85	11,27	11,89

20 Como es evidente de los valores para los factores de atenuación, el material de protección contra la radiación sin plomo dispuesto en capas según la invención (material 2 y material 3) muestra un mejor efecto de blindaje que la mezcla en polvo del material 1. Especialmente se muestra un efecto de blindaje muy bueno a 60 kV.

25 Es esencial que la estratificación de las capas de material puro en el material de protección contra la radiación se realice de tal manera que las capas estén dispuestas con radiación secundaria creciente. Por tanto, en el procesamiento 30 para formar ropa de protección contra la radiación, la capa con el mayor rendimiento de radiación secundaria se prevé alejada del cuerpo, mientras que la capa con la menor radiación secundaria se dispone próxima al cuerpo.

35 En otra forma de realización preferida, la al menos una capa de material puro de la capa de radiación secundaria y la capa de barrera del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención pueden presentarse en una denominada estructura tipo sándwich. Por estructura tipo sándwich debe entenderse una estructura en la que entre las capas de material puro se prevén otras capas. En una forma de realización más especial, la al menos una capa de material puro presenta en cada caso en una cara una capa de soporte. Alternativamente a esto, la al menos una capa de material puro puede presentar en cada caso en las dos caras una capa de soporte. Las capas de soporte están 40 formadas preferiblemente por un polímero. El polímero puede ser uno tal que también se use como material de matriz. Normalmente, el polímero es un polímero de látex o elastomérico.

En la práctica ha demostrado ser ventajoso que una o varias capas de soporte en la estructura de capas del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención presenten un espesor de 0,01 a 0,4 mm.

45 Si es necesario, la capa de soporte o las capas de soporte todavía pueden contener pequeñas proporciones de sustancias protectoras, como se describe anteriormente. No obstante, generalmente están libres de sustancias protectoras.

50 Las capas de soporte sobre una cara o sobre las dos caras de las capas de material puro contribuyen además a que aumente la estabilidad mecánica en la capa de material sumamente comprimida "interna", sea la capa de radiación secundaria o la capa de barrera, mientras que mejora el efecto de blindaje de la radiación de las capas de protección por separado.

55 La figura 2 muestra una estructura tipo sándwich del material de protección contra la radiación sin plomo según la invención. La capa 2 de sustancia protectora sumamente comprimida está rodeada en las dos caras por una capa 1 de soporte que aumenta la estabilidad mecánica de la estructura.

60 También puede configurarse una estructura tipo sándwich alternativa de manera que cada capa con alta radiación secundaria presente en las dos caras una capa con baja radiación secundaria. De esta manera, el efecto de la capa de barrera de las capas de barrera con baja radiación secundaria puede contribuir a que las capas de alta radiación secundaria experimenten un efecto de barrera directo, es decir, en las dos caras.

Generalmente, los materiales de protección contra la radiación se encuentran en las capas por separado como polvo metálico con tamaños de grano de 2 a 75 µm. Es importante que en los espacios se encuentre el menos material de matriz posible.

65 Se ha comprobado que en un sistema de capas con número de capas par la ocupación de masa (peso por unidad de superficie) asciende a 1:1. Por ejemplo, para un equivalente en plomo nominal de 0,5 mm (Pb) resulta un peso por unidad de superficie de 2,6 kg/m² por capa en dos capas, que de nuevo pueden dividirse en respectivamente dos capas.

ES 2 317 027 T3

En una estructura de capas con número impar ha demostrado ser ventajosa una división de los pesos por unidad de superficie de 2:1 (capa de radiación secundaria:capa de barrera).

En una forma de realización preferida de la presente invención, la división de los pesos por unidad de superficie en una estructura de capas de tres capas asciende a 1:1:1. Esta división es especialmente ventajosa en el caso de una estructura de capas de capa de radiación secundaria:capa intermedia:capa de barrera. La capa intermedia comprende principalmente al menos un elemento de los números atómicos 61 a 71 o sus compuestos.

El material de protección contra la radiación sin plomo según la invención es adecuado para la fabricación de ropas de protección contra la radiación, como por ejemplo un delantal de protección contra la radiación.

Además, el material según la invención puede usarse ventajosamente, por ejemplo, en guantes de protección, cubiertas para pacientes, protección de las gónadas, protección de los ovarios, escudos de protección dental, protección fija de la parte inferior del cuerpo, accesorios para mesas, paredes de protección contra la radiación o cortinas de protección contra la radiación fijas o móviles.

A continuación se explica más detalladamente la invención mediante los ejemplos.

20 Ejemplo 1

Se fabrica un material de protección contra la radiación sin plomo según la invención con una capa (A), que se corresponde con la capa de radiación secundaria, y una capa (B), que se corresponde con la capa de barrera. La capa (A) contiene 54% en peso de estaño, 36% en peso de cerio y 10% en peso de material de matriz. La capa (B) contiene 36% en peso de gadolinio, 36% en peso de bismuto, 18% en peso de wolframio y 10% de matriz.

Ejemplo 2

30 Se fabrica un material de protección contra la radiación sin plomo según la invención. La capa (A) contiene 90% en peso de estaño y 10% en peso de matriz, mientras que la capa (B) contiene 54% en peso de gadolinio, 36% en peso de bismuto y 10% en peso de material de matriz.

35 Ejemplo 3

Se fabrica un material de protección contra la radiación según la invención que contiene una capa (A) como en el ejemplo 1 y una capa (B) como en el ejemplo 2.

40 Ejemplo 4

Se fabrica un material de protección contra la radiación según la invención con una capa (A) como en el ejemplo 2 y una capa (B) como en el ejemplo 1.

45 Los resultados de medición para los equivalentes en plomo (EQ Pb) de los materiales de protección contra la radiación fabricados en los ejemplos 1 a 4 para voltajes del tubo de 60, 80, 100 y 120 kV se muestran en la siguiente tabla 2. El peso por unidad de superficie de las sustancias protectoras asciende en cada caso a 4,7 kg/m².

50

TABLA 2

55	Voltaje del tubo (kV)	Ejemplo 1 EQ Pb en mm	Ejemplo 2 EQ Pb en mm	Ejemplo 3 EQ Pb en mm	Ejemplo 4 EQ Pb en mm
60	60	0,51	0,57	0,58	0,55
	80	0,62	0,68	0,71	0,66
	100	0,60	0,65	0,66	0,63
65	125	0,49	0,51	0,53	0,50

REIVINDICACIONES

1. Material de protección contra la radiación sin plomo en el intervalo de energías de un tubo de rayos X con un voltaje de 60 a 125 kV con una estructura de capas de dos capas de diferentes propiedades de blindaje, **caracterizado** porque la estructura de capas está constituida por una capa de radiación secundaria que contiene estaño o compuestos del mismo en una cantidad del 50 al 100% en peso y una capa de barrera que comprende al menos un elemento que se elige de bismuto, wolframio y compuestos de los mismos.
2. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la capa de radiación secundaria contiene estaño en una cantidad del 50 al 90% en peso y al menos otro elemento que se elige de yodo, cesio, bario, lantano, cerio, praseodimio, neodimio y compuestos de los mismos en una cantidad del 10 al 50% en peso.
3. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la capa de radiación secundaria contiene estaño y cerio o un compuesto de los mismos.
4. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la capa de barrera comprende además al menos un elemento de los números atómicos 61 a 71 o compuestos de los mismos.
5. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque el elemento se elige del grupo erbio, holmio, disprosio, terbio, gadolinio, europio, samario, lutecio, iterbio y tulio y compuestos de los mismos.
6. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 5, **caracterizado** porque el elemento es gadolinio.
7. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado** porque el al menos un elemento de los números atómicos 61 a 71 o compuestos del mismo está presente como capa intermedia que está dispuesta entre la capa de radiación secundaria y la capa de barrera.
8. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque la capa de barrera contiene además al menos un elemento del grupo tántalo, hafnio, torio, uranio y compuestos de los mismos.
9. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque la capa de barrera contiene los otros elementos y/o sus compuestos en una cantidad de hasta el 80% en peso.
10. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la cantidad se encuentra en un intervalo del 20 al 70% en peso.
11. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque la capa de barrera contiene wolframio o compuestos del mismo en una cantidad del 0 al 30% en peso y/o bismuto o compuestos del mismo en una cantidad de al menos el 30% en peso.
12. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque las al menos dos capas contienen un material de matriz en una cantidad del 0 al 12% en peso.
13. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque la capa de radiación secundaria y/o la capa intermedia y/o la capa de barrera comprenden al menos una capa de material puro.
14. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 13, **caracterizado** porque las capas de material puro están fuertemente comprimidas.
15. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 14, **caracterizado** porque las capas de material puro están comprimidas hasta más del 75% en volumen.
16. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 15, **caracterizado** porque las capas de material puro están comprimidas hasta más del 90% en volumen.
17. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 16, **caracterizado** porque las capas de material puro fuertemente comprimidas se presentan en forma de láminas metálicas.
18. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 17, **caracterizado** porque las láminas metálicas presentan un espesor de 0,005 a 0,25 mm.

ES 2 317 027 T3

19. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 18, **caracterizado** porque las láminas metálicas son tiras de láminas o plaquitas de láminas.
20. Material de protección contra la radiación sin plomo según al menos una de las reivindicaciones 13 a 19, **caracterizado** porque la al menos una capa de material puro presenta respectivamente en una cara una capa de soporte.
21. Material de protección contra la radiación sin plomo según al menos una de las reivindicaciones 13 a 19, **caracterizado** porque la al menos una capa de material puro presenta respectivamente en las dos caras una capa de soporte.
22. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 20 ó 21, **caracterizado** porque las capas de soporte están formadas por un polímero.
23. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 22, **caracterizado** porque el polímero es un polímero de látex o elastomérico.
24. Material de protección contra la radiación sin plomo según la reivindicación 22 ó 23, **caracterizado** porque las capas de soporte presentan un espesor de 0,01 a 0,4 mm.
25. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 20 a 24, **caracterizado** porque las capas de soporte contienen pequeñas proporciones de sustancias protectoras.
26. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 13 a 25, **caracterizado** porque las capas de material puro de la lámina protectora están estructuradas de tal manera que las capas están dispuestas según radiación secundaria creciente.
27. Material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 13 a 26, **caracterizado** porque cada capa con alta radiación secundaria presenta en las dos caras una capa con baja radiación secundaria.
28. Ropa de protección contra la radiación de un material de protección contra la radiación sin plomo según una de las reivindicaciones 1 a 27.
29. Ropa de protección contra la radiación según la reivindicación 28 en forma de un delantal.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 60
- 65

ES 2 317 027 T3

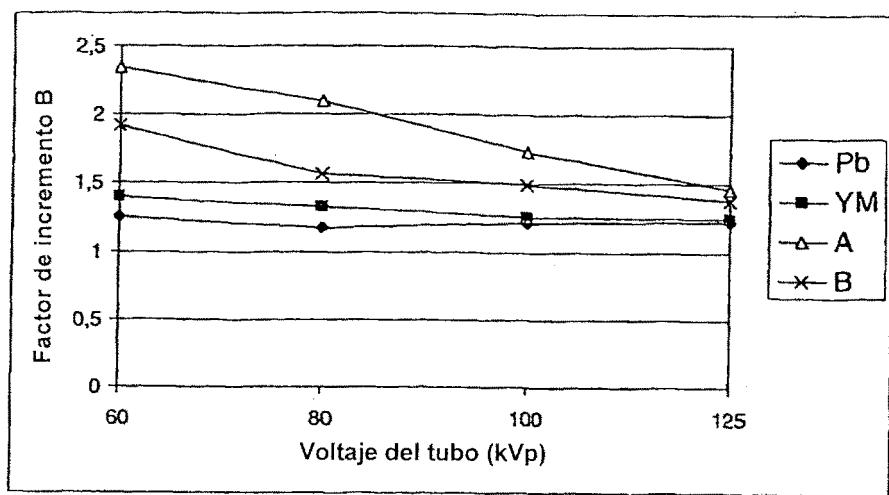


Fig. 1

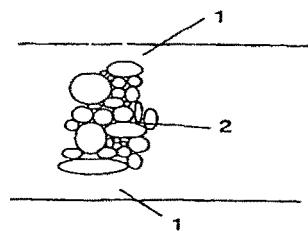


Fig. 2