



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 208**

51 Int. Cl.:
G21G 4/04 (2006.01)
G21G 4/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **00920911 .5**
86 Fecha de presentación : **20.04.2000**
87 Número de publicación de la solicitud: **1173855**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2002**

54 Título: **Fuente de radiación gamma.**

30 Prioridad: **27.04.1999 GB 9909531**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **QSA UK Limited**
B168 Maxwell Avenue
Harwell Didcot, Oxfordshire OX11 0QT, GB

72 Inventor/es: **Shilton, Mark Golder**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 280 208 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).

ES 2 280 208 T3

DESCRIPCIÓN

Fuente de radiación gamma.

5 La presente invención se refiere a una fuente de radiación gamma que contiene ^{75}Se y, en particular, a una fuente de utilidad en radiografía gamma. Dicha fuente se puede aplicar, por ejemplo, en ensayos no destructivos, calibraciones industriales, densitometrías y análisis de materiales en la industria, investigación y medicina.

10 En el pasado, las fuentes de ^{75}Se han sido producidas mediante la encapsulación de material diana de ^{74}Se elemental en el interior de una cápsula diana metálica soldada. Esta es irradiada en un reactor de alto flujo para convertir parte del ^{74}Se a ^{75}Se . Habitualmente, las cápsulas diana están hechas de metales de baja activación, tales como aluminio, titanio, vanadio y sus aleaciones. También son posibles otros metales y aleaciones costosos. El uso de estos metales asegura que los rayos gamma de impureza que surgen de la activación de la cápsula diana se reduzcan al mínimo. El ^{75}Se se sitúa normalmente dentro de una cavidad cilíndrica en el interior de la cápsula diana en forma de un pellet
15 comprimido o perla moldeada. Para conseguir un buen comportamiento en aplicaciones de radiografía es necesario que el tamaño de la mancha focal sea lo más pequeño posible y que la actividad sea lo más alta posible. Esto se logra mediante la irradiación en un flujo de neutrones muy alto y mediante el uso de material diana de ^{74}Se enriquecido isotópicamente de forma muy elevada, habitualmente con un enriquecimiento $>95\%$.

20 Después de la irradiación, la cápsula diana activada es soldada en el interior de una o más cápsulas metálicas exteriores para proporcionar una fuente carente de fugas y que está libre de contaminación radioactiva externa.

25 Un artículo de Weeks K.J. *et al* "Selenium-75: a potential source for high-activity brachytherapy irradiators" publicado en Medical Physics, Sept-Oct 1986 USA Vol. 13 No. 5 pp 728-731 (XP000896098ISSN:0094-2405) describe una fuente de radiación gamma que comprende selenio-75 elemental.

30 Las características y beneficios generales de estas fuentes y su comportamiento con respecto a otras fuentes se exponen, por ejemplo, en "Gammagrafie mit Selen-75", C. Sauerwein, *et al.*, Deutsche Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung, Jahrestagung 9-11 Mayo 1994 en Timmendorfer Strand y también en "Gamma radiography utilising selenium-75", D.M. Chizhikov *et al*, traducidos por E.M. Elkin, Pub, Collets, London & Wellingborough 1968 se ofrece más información de antecedentes.

35 El selenio elemental es química y físicamente volátil. Funde a 220°C y hierve a 680°C . Reacciona con muchos metales, que podrían ser adecuados como materiales de cápsulas de baja activación a temperaturas por encima de 400°C aproximadamente, tales como titanio, vanadio y aluminio y sus aleaciones. El selenio puede reaccionar de forma explosiva con aluminio. Esto significa que es necesario realizar una selección cuidadosa del material de cápsula diana y que la temperatura de la cápsula diana durante la irradiación puede mantenerse por debajo de 400°C aproximadamente para impedir que el selenio reaccione con, y corroa, la pared de la cápsula diana. En el caso de que esto ocurra, ello
40 aumentaría el tamaño de la mancha focal, distorsionaría la forma de la mancha focal y reduciría el espesor y resistencia de la pared de la cápsula diana.

45 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar una fuente que tiene una composición diana de selenio, que contrarresta o alivia uno o más de los problemas asociados con el uso de selenio elemental, concretamente los problemas de conseguir una diana de selenio estable, de alta densidad, no reactiva, no volátil y térmicamente estable y que, no obstante, contiene una densidad muy alta de selenio, comparable con la forma elemental del material.

50 La invención aporta, en uno de sus aspectos, una fuente de radiación gamma que comprende selenio-75 que está combinado con un metal o metales aceptables en forma de un compuesto, aleación o fase metálica mezclada, estable, siendo dicho metal o metales aceptables un metal o metales cuya irradiación con neutrones no produce productos capaces de una emisión sostenida de radiación que interferiría de manera inaceptable con la radiación gamma de selenio-75, siendo seleccionado dicho metal o metales aceptables del grupo consistente en vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio o mezclas de los anteriores.

55 Así, por ejemplo, un metal aceptable, tal como vanadio o rodio, es activado pero sin radiación gamma interferente. El molibdeno produce molibdeno-99 que tiene radiación gamma interferente, pero es de vida muy corta y, por tanto, es también un metal aceptable. De nuevo, el torio produce paladio-233 que tiene una vida media de 27 días, pero la radiación gamma del paladio-233 es de 300-340 keV la cual es muy similar a la del selenio-75 y, por tanto, es aceptable.

60 La invención también proporciona un precursor para una fuente de radiación gamma que comprende selenio-74 encapsulado que está combinado con un metal o metales aceptables en forma de una aleación, compuesto o fase metálica mezclada, estable, estando adaptada la encapsulación y su contenido para la irradiación con neutrones para convertir al menos parte del selenio-74 a selenio-75 sin producir al mismo tiempo productos capaces de una emisión sostenida de radiación que interferiría de manera inaceptable con la radiación gamma de selenio-75, siendo dicho
65 metal aceptable el especificado anteriormente.

Preferentemente, el selenio se proporciona en forma de un pellet o perla de un compuesto de fórmula M_xSe_y en donde y/x es del orden de 1-3 y M es uno o una mezcla de dos o más de dichos metales aceptables.

ES 2 280 208 T3

El intervalo preferido para y/x es de 1,5-2,5. Más preferentemente, y/x es 2.

Con preferencia, el pellet o perla comprende VSe_2 o $MoSe_2$ o Rh_2Se_5 .

5 Convenientemente, el selenio elemental se incluye en mezcla íntima con dicho compuesto, aleación o fase metálica mezclada, para actuar como un ligante para el mismo, en particular para facilitar la formación de un pellet o perla denso, libre de poros.

10 Para una contención segura de los constituyentes activos, el pellet o perla está contenido dentro de una cápsula metálica, soldada, sellada.

Preferentemente, el pellet o perla se forma de manera que presente una geometría de la mancha focal, esférica o pseudo-esférica.

15 La invención proporciona, en otro de sus aspectos, un método de producción de una fuente de radiación gamma que comprende mezclar selenio-74 y uno o una mezcla de metales del grupo consistente en vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio, en proporciones adecuadas para el compuesto producto deseado, y calentar la mezcla para causar que los constituyentes reaccionen entre sí, y someter posteriormente el producto de reacción a irradiación para convertir al menos una proporción del selenio-74 a selenio-75.

20 Se describirán ahora un método y construcción específicos de una fuente de radiación gamma según la invención, a título de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en donde:

25 La figura 1 es una vista en sección de un conjunto de cápsula de irradiación;

La figura 2 es una vista en despiece de los componentes mostrados en la figura 1;

La figura 3 es una vista en sección de un conjunto de cápsula de irradiación modificada;

30 La figura 4 es un alzado lateral de un componente del conjunto mostrado en la figura 3.

Con referencia a las figuras 1 y 2 de los dibujos, un pellet 11 que incorpora selenio-75 se encuentra sellado herméticamente en la cápsula que comprende un cuerpo cilíndrico 12, un taco cilíndrico 13 y un componente de tapa cilíndrica 14 uno de cuyos extremos es de un diámetro ligeramente mayor. El componente de tapa 13 queda recibido por completo dentro del cuerpo 12 y soldado al cuerpo 12 alrededor de la parte que es de mayor diámetro. El pellet 11 se mantiene dentro de la cápsula sujeto entre el taco 13 y el componente de tapa 14.

40 El conjunto modificado ilustrado en las figuras 3 y 4 es en general similar, pero comprende un menor número de componentes. La cápsula comprende un cuerpo cilíndrico 12a y un componente de tapa cilíndrica 14a recibida en un rebajo correspondientemente configurado en el cuerpo 12a. El interior de la tapa 14a y cuerpo 12a está configurado para recibir un pellet que incorpora selenio-75 que está formado por dos mitades 11a y 11b, una de las cuales, la 11a se muestra en alzado lateral en la figura 4. Las mitades 11a y 11b del pellet presentan también una geometría cilíndrica de manera que, mientras en la sección mostrada la configuración de las dos mitades puestas juntas forma un octágono, la configuración en sección en ángulos rectos a la ilustrada es circular. Después del ensamblaje, la tapa 14a se suelda en 15 al cuerpo 12a.

50 La composición del pellet consiste en un compuesto de selenuro metálico (en donde parte o la totalidad se puede considerar como una mezcla íntima de partículas metálicas y selenio elemental) que tiene la composición M_xSe_y en donde M es un metal aceptable, que reduce al mínimo los rayos gamma de impureza indeseados. Ejemplos de metales aceptables adecuados incluyen, pero no de forma limitativa, vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio. Los metales sumamente preferidos son molibdeno, vanadio y rodio, los cuales producen fases de metal-selenio especialmente densas, que son ricas en selenio. En la fórmula química, "x" e "y" pueden tener cualquier valor en función del estado de valencia del metal, pero se consigue la densidad de selenio más alta cuando la relación de y/x es del orden de 1-3, más preferentemente de 1,5-2,5, con suma preferencia 2. Ejemplos de materiales diana de metal-selenio adecuados son como sigue:

	Valencia	
60	2	$VSe, TiSe, PbSe, NiSe, BiSe$
	2&3	Bi_3Se_4
	3	Bi_2Se_3, Al_2Se_3
	4	$RhSe_2, VSe_2, TiSe_2, MoSe_2, PtSe_2, PdSe_2, NbSe_2, NiSe_2$
65	5	Rh_2Se_5, Th_2Se_5
	6	$MoSe_3$

ES 2 280 208 T3

Las composiciones de los pellets de metal-selenio se pueden preparar por diversos métodos. El método que ha resultado ser más conveniente y que da lugar a pérdidas mínimas en el proceso, consiste en pesar y mezclar una cantidad conocida de polvo de ^{74}Se enriquecido con una cantidad calculada de metal en polvo, y calentar la mezcla en un recipiente sellado, inerte, tal como una ampolla de vidrio sellada a la llama, aumentando gradualmente la temperatura durante varias horas a la temperatura de reacción y luego manteniendo esa temperatura durante varias horas más. Por ejemplo, la temperatura de reacción para la reacción entre el polvo de ^{74}Se y el polvo de vanadio es del orden de 450°C-550°C. En un ejemplo específico, una mezcla de polvos de vanadio y selenio en una relación de una parte de vanadio por 1,9 partes de selenio-74 enriquecido se calentó en una ampolla de cuarzo sellada a la llama y en donde se ha practicado el vacío, primero a 550°C durante 4 horas y luego a 800°C durante 100 horas. El producto VSe_{1,9} se prensó para formar pellets con secciones medias octagonales 11a y 11b de la configuración ilustrada en la figura 4.

Se pueden preparar pellets o perlas cilíndricos por varios métodos. Por ejemplo, el polvo se puede prensar en frío, prensar en caliente o sinterizar para formar geometrías cilíndricas, esféricas o pseudo-esféricas. Estas se pueden introducir en la cápsula diana o se pueden moldear o prensar *in situ*. Se suelda entonces la cápsula y se ensaya con respecto a posibles fugas antes de la irradiación. Las composiciones de los pellets de metal-selenio pueden consistir en un compuesto de selenuro metálico puro tal como VSe₂ o una mezcla de compuestos tales como VSe₂, MoSe₂, MoSe₃ o fases más complejas obtenidas por reacción de dichas mezclas entre sí a temperatura elevada. La composición puede contener algo de polvo metálico y selenio elemental. Se puede añadir de manera intencionada un exceso de selenio elemental para que sirva como agente para ligar entre sí las partículas de selenuro metálico y formar pellets o perlas de alta densidad y libres de poros. Los pellets, que están hechos de mezclas, tales como VSe₂+VSe+Se o MoSe₂+MoSe₃+Se, pueden reaccionar o sinterizar entre sí dentro de la cápsula diana, bien durante un proceso de recocido especial antes de la irradiación, o bien durante la propia irradiación, como sigue:



Una de las ventajas derivadas del uso de fases de selenuro metálico es que la estabilidad térmica y física de los materiales permite que, en principio, sean irradiados los pellets y perlas sin encapsular. Esto puede aportar importantes ventajas económicas al reducirse la cantidad de espacio del reactor, el cual se desperdicia por la presencia de las cápsulas diana de baja activación.

REIVINDICACIONES

1. Una fuente de radiación gamma que comprende selenio-75 que está combinado con un metal o metales aceptables en forma de un compuesto, aleación o fase metálica mezclada, estable, siendo dicho metal o metales aceptables un metal o metales cuya irradiación con neutrones no produce productos capaces de una emisión sostenida de radiación que interferiría de manera inaceptable con la radiación gamma de selenio-75, siendo seleccionado dicho metal o metales aceptables del grupo consistente en vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio o mezclas de los anteriores.

2. Un precursor para una fuente de radiación gamma según la reivindicación 1, que comprende selenio-74 encapsulado que está combinado con un metal o metales aceptables en forma de una aleación, compuesto o fase metálica mezclada, estable, estando adaptada la encapsulación y su contenido para la irradiación con neutrones para convertir al menos parte del selenio-74 a selenio-75 sin producir al mismo tiempo productos capaces de una emisión sostenida de radiación que interferiría de manera inaceptable con la radiación gamma de selenio-75, siendo dicho metal o metales aceptables seleccionados del grupo consistente en vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio o mezclas de los anteriores.

3. Un precursor según la reivindicación 2, en donde el selenio-74 comprende selenio-74 enriquecido isotópicamente.

4. Una fuente o precursor de la misma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho metal o metales aceptables comprenden uno o una mezcla de vanadio o molibdeno o rodio.

5. Una fuente o precursor de la misma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el selenio se proporciona en forma de un pellet o perla de un compuesto de fórmula M_xSe_y en donde y/x es del orden de 1-3 y M es uno o una mezcla de dos o más de dichos metales aceptables.

6. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 5, en donde y/x es del orden de 1,5-2,5.

7. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 6, en donde y/x es 2.

8. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 5, en donde el pellet o perla comprende VSe_2 o $MoSe_2$ o Rh_2Se_5 .

9. Una fuente o precursor de la misma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde está incluido selenio elemental en mezcla íntima con dicho compuesto, aleación o fase metálica mezclada, para que actúe como un ligante para el mismo.

10. Una fuente o precursor de la misma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicho compuesto, aleación o fase metálica mezclada se encuentra en forma de un pellet o perla denso, libre de poros.

11. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 10, en donde el pellet o perla está contenido dentro de una cápsula metálica, soldada, sellada.

12. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 10 u 11, en donde el pellet o perla está formado para que presente una geometría de la mancha focal esférica o pseudo-esférica.

13. Una fuente o precursor de la misma según la reivindicación 12, en donde el pellet o perla está formado para que tenga una geometría que es octagonal según una sección y circular en la sección transversal.

14. Un método de producción de una fuente de radiación gamma que comprende mezclar selenio-74 y uno o una mezcla de metales del grupo consistente en vanadio, molibdeno, rodio, niobio, torio, titanio, níquel, plomo, bismuto, platino, paladio, aluminio, en proporciones adecuadas para el compuesto producto deseado, y calentar la mezcla para causar que los constituyentes reaccionen entre sí, y someter posteriormente el producto de reacción a irradiación para convertir al menos una proporción del selenio-74 a selenio-75.

Fig.1.

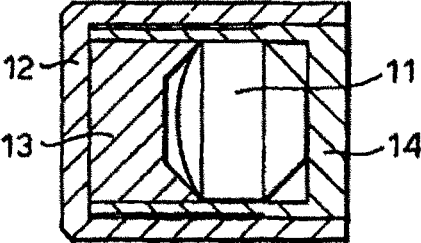


Fig.2.

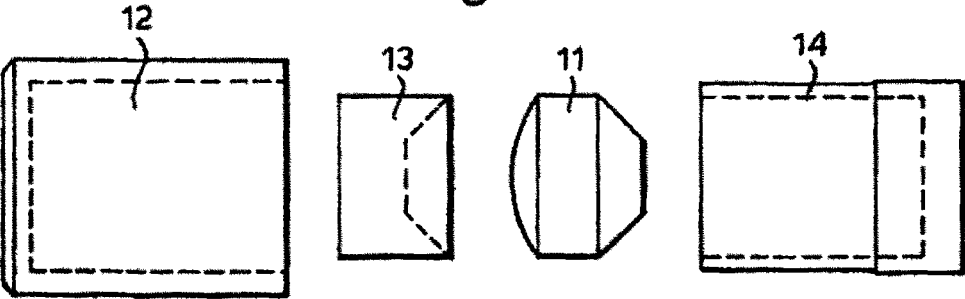


Fig.3.

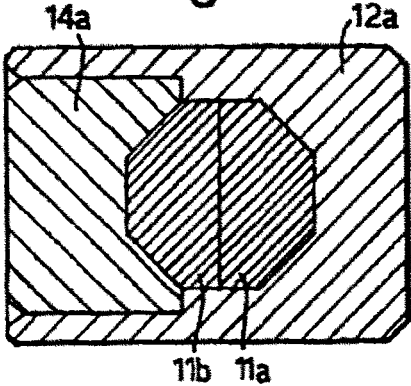


Fig.4.

