

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 394 279**

51 Int. Cl.:

**G21G 1/02** (2006.01)

**G21G 4/04** (2006.01)

**G21G 1/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2010 E 10159636 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **20.10.2010 EP 2242062**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la irradiación y elución de una cápsula**

30 Prioridad:

**15.04.2009 US 385665**

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

**30.01.2013**

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC  
(100.0%)  
3901 CASTLE HAYNE ROAD  
WILMINGTON, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**BLOOMQUIST, BRADLEY;  
BOWIE, JENNIFER;  
SMITH, DAVID GREY y  
RUSSELL II, WILLIAM EARL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 394 279 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

Procedimiento y sistema para la irradiación y elución de una cápsula

### Antecedentes

#### 1. Campo

5 La presente invención se refiere a una cápsula y a unos procedimientos de fabricación y utilización de la cápsula. La cápsula está diseñada para su ajuste dentro de un flujo de neutrones de un reactor nuclear para que un material situado dentro de la cápsula pueda ser irradiado dentro del núcleo del reactor. La cápsula está así mismo diseñada para ser utilizada directamente desde la fuente del flujo de neutrones y para ser utilizada como una columna de elución para eliminar los iones del interior de la cápsula que fueron generados por el proceso de desintegración –  
10 irradiación.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

15 El tecnecio - 99m (la m se refiere a metaestable) es un radionúclido utilizado en la formación de imágenes médicas diagnósticas nucleares. El tecnecio - 99m es inyectado dentro de un paciente y, cuando es utilizado con un equipo determinado, se utiliza para la representación en imágenes de los órganos internos del paciente. Sin embargo, el tecnecio - 99m tiene una vida media de solo seis (6) horas y, por tanto, se requieren unas fuentes de tecnecio - 99m disponibles de inmediato.

20 Un procedimiento para la obtención del tecnecio - 99m utiliza un proceso de un mínimo de dos etapas. En primer lugar se sitúa molibdato de titanio dentro de una cápsula, la cual es, a continuación, irradiada dentro de un reactor nuclear. El molibdeno - 98 situado dentro del molibdato de titanio absorbe un neutrón durante el procedimiento de irradiación y se convierte en molibdeno - 99 (Mo - 99). El Mo - 99 es inestable y se desintegra con una vida media de 66 horas hasta obtener el tecnecio - 99m (m se refiere a metaestable). Después de la etapa de irradiación el molibdato de titanio irradiado es retirado de la cápsula y colocado en una columna para su elución. A continuación, se hace pasar una solución salina a través del molibdato de titanio irradiado para retirar los iones de tecnecio - 99m del molibdato de titanio irradiado.

#### Sumario

25 Al menos una forma de realización ejemplar se refiere a una cápsula de elución. De acuerdo con la forma de realización ejemplar, una cápsula de elución incluye un tubo con una primera porción terminal que tiene un primer diámetro interior, una segunda porción terminal que tiene un segundo diámetro interior, y una porción intermedia entre la primera porción terminal y la segunda porción terminal que tiene un diámetro interior más pequeño que los diámetros interiores de las primera y segunda porciones terminales. La superficie de contacto entre la primera porción terminal y la porción intermedia forma un primer resalto y la superficie de contacto entre la segunda porción terminal y la porción intermedia forma un segundo resalto. La cápsula de elución incluye, así mismo, una primera arandela situada en el interior de la primera porción terminal que contacta con el primer resalto, un primer filtro situado dentro de la primera porción terminal que contacta con la primera arandela, y un segundo filtro situado  
30 dentro de la primera porción terminal, de tal manera que el primer filtro está situado entre la primera arandela y el segundo filtro. El primer extremo está herméticamente cerrado por un primer tapón terminal. La cápsula de elución incluye, así mismo, una segunda arandela situada dentro de la segunda porción terminal que contacta con el segundo resalto, un tercer filtro situado dentro de la segunda porción terminal que contacta con la segunda arandela, y un cuarto filtro situado dentro de la segunda porción terminal, de tal manera que el tercer filtro está situado entre la segunda arandela y el cuarto filtro. La segunda porción terminal está herméticamente cerrada por un segundo tapón terminal.

35 De acuerdo con al menos una forma de realización ejemplar, se divulga un procedimiento de irradiación de un material dentro de una cápsula de elución. De acuerdo con una forma de realización ejemplar, la cápsula de elución incluye un tubo con una primera porción terminal que tiene un primer diámetro interior, una segunda porción terminal que tiene un segundo diámetro interior, y una porción intermedia que tiene un diámetro interior más pequeño que los diámetros interiores de las primera y segunda porciones terminales. La porción intermedia está situada entre la primera porción terminal y la segunda porción terminal y está configurada para contener el material. La superficie de contacto existente entre la primera porción terminal y la porción intermedia forma un primer resalto y la superficie de contacto existente entre la segunda porción terminal y la porción intermedia forma un segundo resalto. Una primera arandela está situada dentro de la primera porción terminal y contacta con el primer resalto. Un primer filtro está situado dentro de la primera porción terminal y contacta con la primera arandela. Un segundo filtro está situado dentro de la primera porción terminal y está situado de tal manera que el primer filtro está dispuesto entre la primera arandela y el segundo filtro. Un primer tapón terminal está dispuesto en la primera porción terminal para cerrar de forma estanca la primera porción terminal. Una segunda arandela está situada dentro de la segunda porción terminal y contacta con el segundo resalto. Un tercer filtro está situado dentro de la segunda porción terminal y contacta con la segunda arandela. Un cuarto filtro situado dentro de la segunda porción terminal está dispuesto de tal manera que el tercer filtro está dispuesto entre la segunda arandela y el cuarto filtro. Un segundo tapón terminal está dispuesto en la segunda porción para cerrar de forma hermética la segunda porción terminal. El procedimiento, de acuerdo con  
40  
45  
50  
55

la forma de realización ejemplar, incluye, la colocación de la cápsula de elución cerrada herméticamente, con el material dispuesto en la porción intermedia de la cápsula de elución en una fuente de flujo de neutrones que irradia la cápsula y su contenido dentro del núcleo del reactor.

- 5 Se dispone al menos una forma de realización ejemplar relacionada con un procedimiento de elución de un material encerrado dentro de una cápsula de elución encerrada de forma estanca. El procedimiento incluye la colocación de la cápsula de elución cerrada herméticamente que encierra el material dentro de un reactor nuclear, la irradiación de la cápsula de elución cerrada herméticamente y del material dentro de un reactor, la retirada del reactor de la cápsula de elución cerrada herméticamente y del material irradiado, y la realización de una etapa de elución mediante la perforación de una primera porción terminal de la cápsula de elución con una aguja para suministrar una solución a la cápsula de elución y la perforación de una segunda porción terminal con una aguja para aplicar un vacío para extraer la solución a través del material irradiado para recoger el eluyente.

### **Breve descripción de los dibujos**

Las formas de realización ejemplares de la presente invención se comprenderán con mayor claridad a partir de la descripción detallada subsecuente tomada en combinación con los dibujos que se acompañan.

- 15 La FIG. 1 es una vista en sección de una cápsula de irradiación / elución de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente invención;
- la FIG. 2 es una vista en despiece ordenado de una cápsula de irradiación / elución de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente invención;
- 20 la FIG. 3 es una vista en sección de un tubo multidímetro utilizado dentro de una cápsula de irradiación / elución de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la presente invención;
- las FIGS. 4 y 5 son vistas en planta de unas arandelas utilizadas en una cápsula de irradiación / elución ejemplar de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención;
- las FIG. 6 y 7 son vistas en planta de unos filtros utilizados en una cápsula de irradiación / elución ejemplar de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención;
- 25 las FIG. 8 a 13 son vistas de tapones terminales utilizados en una cápsula de irradiación / elución de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención:
- la FIG 14 es una vista de unas juntas de estanqueidad para cerrar herméticamente los extremos de una cápsula de irradiación / elución ejemplar de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención;
- 30 las FIG. 15 y 16 ilustran las etapas para la utilización de una cápsula de irradiación / elución de acuerdo con una forma de realización ejemplar de la invención.

### **Descripción detallada de las formas de realización ejemplares**

- 35 A continuación se describirán con mayor detenimiento formas de realización ejemplares de la invención, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales se muestran formas de realización ejemplares. La invención puede, sin embargo, ser materializada de diferentes maneras y no debe interpretarse como limitada a las formas de realización definidas en la presente memoria. Por el contrario, estas formas de realización se ofrecen para que la presente divulgación sea rigurosa y completa y transmita en su totalidad el alcance de la invención a los expertos en la materia. En los dibujos, los tamaños de los componentes pueden estar exagerados para mayor claridad.

- 40 Debe entenderse que cuando un elemento o capa se designa como situada "sobre", "conectado a", o "acoplado a", otro elemento o capa, puede estar directamente sobre, conectado a, o acoplado al otro elemento o capa, o a elementos o capas intermedias que pueden estar presentes. Por el contrario, cuando un elemento es designado como situado "directamente sobre", "directamente conectado a", o "directamente acoplado a" otro elemento o capa, no hay elementos o capas interpuestas presentes. Tal y como se utiliza en la presente memoria, el término "y / o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos asociados relacionados.

- 45 Debe entenderse que, aunque los términos, primero, segundo, etc. pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, componentes, zonas, capas, y / o secciones, estos elementos, componentes, zonas, capas, y / o secciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento, componente, zona, capa, y / o sección de otro elemento, componente, capa, y / o sección. De esta manera, un primer elemento, componente, zona, capa y / o sección analizado en las líneas que siguen podría designarse como un segundo elemento, componente, zona, capa, o sección sin apartarse de las enseñanzas de las formas de realización ejemplares.

- 50 Los términos relativos desde el punto de vista espacial, como por ejemplo "por debajo de", "debajo", "inferior", "por encima de", "superior", y similares, pueden ser utilizados en la presente memoria con la finalidad de facilitar la

descripción para describir una relación de un elemento o característica distintiva respecto de otro(s) elemento(s) o característica(s) distintiva(s) tal y como se ilustra en las figuras. Debe entenderse que los términos relativos desde el punto de vista espacial están concebidos para abarcar orientaciones diferentes del dispositivo en uso o funcionamiento además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si al dispositivo situado en las figuras se le da la vuelta, los elementos descritos como “debajo” o “por debajo de” otros elementos o características distintivas estarían entonces orientados “por encima de” los demás elementos o características distintivas. De esta manera, el término ejemplar “debajo” puede abarcar tanto una orientación de hacia arriba como de hacia abajo. El dispositivo puede estar orientado de manera diferente (rotado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores relativos desde el punto de vista espacial utilizados en la presente memoria ser interpretados de acuerdo con ello.

Las formas de realización descritas en la presente memoria se referirán a vistas en planta y / o vistas en sección transversal a modo de vistas esquemáticas ideales. De acuerdo con ello, las vistas pueden ser modificadas dependiendo de los procedimientos técnicos y / o las tolerancias de fabricación. Por tanto, las formas de realización ejemplares no se limitan a las que se muestran en los dibujos, sino que incluyen modificaciones de configuración constituidas sobre la base de los procedimientos de fabricación. Por tanto, las zonas ejemplificadas en las figuras ofrecen características esquemáticas y las formas de las zonas mostradas en las figuras ejemplifican formas y zonas específicas de elementos, y no limitan las formas de realización ejemplares.

Las FIGS. 1 a 3 representan una forma de realización ejemplar de la presente invención. La forma de realización ejemplar, tal y como se muestra en las FIGS. 1 a 3, incluye un tubo 10 multidímetro de forma cilíndrica hueco. El tubo 10 es hueco de tal manera que una sección transversal del tubo multidímetro presenta una forma anular. El tubo 10 tiene un diámetro exterior D1 constante, sin embargo, el diámetro interno del tubo 10 varía a lo largo de la extensión del tubo 10. Por ejemplo, el tubo, tal y como se muestra en la FIG. 1 incluye tres porciones: una primera porción 12 terminal situada en un extremo del tubo 10 multidímetro, una segunda porción 14 terminal situada en otro extremo del tubo 10 multidímetro, y una porción 16 intermedia situada entre la primera porción 12 terminal y la segunda porción 14 terminal. En esta forma de realización ejemplar de la invención, el diámetro D4 interno de la porción 16 intermedia puede ser más pequeño que los diámetros D2 y D3 internos de las porciones 12 y 14 terminales. Así mismo, el diámetro interno de la primera porción D2 terminal y el diámetro interno de la segunda porción D3 terminal pueden ser iguales.

La primera porción 12 terminal y la segunda porción 14 terminal pueden tener unas longitudes P1 y P2, respectivamente. Tal y como se muestra en la FIG. 3, las longitudes P1 y P2 pueden ser iguales. La superficie de contacto existente entre la primera porción 12 terminal y la porción 16 intermedia forma un primer resalto 100 y la superficie de contacto existente entre la segunda porción 14 terminal y la porción 16 intermedia forma un segundo resalto 110. Debido a que las longitudes P1 y P2 pueden ser iguales y, debido a que los diámetros D1 y D2 pueden, así mismo, ser iguales, el tubo 10 multidímetro ilustrado en las FIGS. 1 a 3 puede tener una configuración simétrica.

La cápsula 1 ejemplar para la contención, la irradiación y la elución de un material de acuerdo con las FIGS. 1 a 3, incluye, así mismo, unas primera y segunda arandelas 20 y 60 situadas dentro de la primera porción 12 terminal y de la segunda porción 14 terminal, respectivamente. Las arandelas 20 y 60, tal y como se muestra en las FIGS. 1, 2, 4 y 5, son cilindros huecos cortos con unas secciones transversales anulares. La arandela 20 tiene un diámetro D6 exterior de mayor tamaño que el diámetro D4 interior de la porción 16 intermedia y más pequeño que el diámetro D2 interior de la primera porción 12 terminal. La arandela 20 tiene un diámetro D5 interior que puede ser más pequeño que, igual a, o de mayor tamaño que el diámetro del diámetro D4 interior de la porción 16 intermedia. La arandela 60 tiene un diámetro D8 externo de mayor tamaño que el diámetro D4 interno de la porción 16 intermedia y más pequeño que el diámetro D3 interior de la segunda porción 14 terminal. La arandela 60 tiene un diámetro D7 interno que puede ser más pequeño que, igual a o de mayor tamaño que el diámetro del diámetro D4 interno de la porción 16 intermedia. Tal y como se muestra en las FIGS. 1 y 2, la arandela 20 está situada dentro de la primera porción 12 terminal y contra el resalto 100. La arandela 60 está situada en la segunda porción 14 terminal y contra el resalto 110.

La cápsula 1 ejemplar para la contención, la irradiación y la elución de un material incluye, así mismo, unos primero y segundo filtros 30 y 40 en la primera porción 12 terminal y unos tercero y cuarto filtros 70 y 80 en la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro.

El primer filtro 30 está situado en la primera porción terminal, de tal manera que la arandela 20 está situada entre el primer filtro 30 y el resalto 100 y el segundo filtro 40 está situado en la primera porción 12 terminal, de tal manera que el primer filtro 30 está situado entre el segundo filtro 40 y la arandela 20. El tercer filtro 70 está situado en la segunda porción 14 terminal, de tal manera que la arandela 60 está situada entre el tercer filtro 70 y el resalto 110 y el cuarto filtro 80 está situado en la segunda porción 14 terminal, de tal manera que el tercer filtro 70 está situado entre el cuarto filtro 80 y la arandela 60.

Los primero a cuarto filtros pueden estar fabricados en diversos materiales. Por ejemplo, el primero filtro 30 y el tercer filtro 70 pueden estar fabricados en lana de vidrio. La lana de vidrio puede ser fabricada a partir de un vidrio con 5% de óxido de boro o a partir de cristal de cuarzo. El segundo filtro 40 y el cuarto filtro 80, pueden ser fritas de vidrio circulares, tal y como se muestra en las FIGS. 1, 2 y 6 a 7 las cuales se asemejan a cilindros o discos cortos.

5 Las fritas de vidrio pueden estar fabricadas a partir de diversos materiales como por ejemplo vidrio con 5% de óxido de boro, cristal de cuarzo, polietileno, resina o algún un material que soporte estructuralmente cualquier otro material situado dentro del tubo de elución y que actúe como un filtro para impedir que el material atravesase en bajada una vía de flujo a través del tubo de elución. La frita 40 de vidrio circular tiene un diámetro D9 externo más pequeño que el diámetro D2 interno de la primera porción 12 terminal pero mayor que el diámetro D5 interno de la arandela 20. La frita 80 de vidrio circular tiene un diámetro D10 externo más pequeño que el diámetro D3 interno de la segunda porción 14 terminal pero de mayor tamaño que el diámetro D7 interno de la arandela 60. Aunque las fritas de vidrio circulares son utilizadas como los segundo y cuarto filtros 40 y 80, la invención no está limitada a esta estructura.

10 La cápsula 1 ejemplar para la contención, la irradiación y la elución de un material incluye, así mismo, unos tapones 50 y 90 terminales configurados para cerrar de forma estanca la primera porción 12 terminal y la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro, respectivamente. De acuerdo con la forma de realización ejemplar ilustrada en las FIGS. 1 y 2, los tapones 50 y 90 terminales pueden incluir unas partes 52 y 92 del cuerpo cilíndricas huecas ahusadas con unas cubiertas 53 y 93, tal y como se muestra en las FIGS. 1, 2 y 8 a 13, haciendo posible que los tapones 50 y 90 terminales queden ajustados a presión dentro de las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales del tubo multidímetro. Debido a que los extremos del tubo 1 multidímetro están cerrados de forma estanca mediante el ajuste a presión de los tapones 50 y 90 terminales dentro de las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales, los tapones 50 y 90 terminales deben estar fabricados a partir de un material blando que ceda durante el proceso de ajuste a presión. Por ejemplo, los tapones terminales pueden estar fabricados en aluminio.

20 La parte 52 del cuerpo cilíndrico hueco puede estar ahusada para que el diámetro D12 externo de una porción de la parte 52 del cuerpo cilíndrico hueco encarada hacia el centro del tubo 10 multidímetro sea más pequeño que un diámetro D14 externo de la parte 52 del cuerpo cilíndrico hueco fijada a la cubierta 53. El diámetro D12 debe ser más pequeño que el diámetro D2 interno de la primera porción 12 terminal del tubo 10 multidímetro para que el extremo de la parte 52 del cuerpo hueco encarada hacia el tubo 10 multidímetro pueda entrar en la primera porción 12 terminal. Sin embargo, el diámetro D14 externo de la parte 52 del cuerpo cilíndrico fijada a la cubierta 53 debe ser ligeramente de mayor tamaño que el diámetro D2 interno de la primera porción 12 terminal del tubo 10 multidímetro para que, cuando el tapón 50 terminal sea ajustado a presión dentro de la primera porción 12 terminal del tubo 10 multidímetro, la primera porción terminal quede cerrada de forma estanca. Así mismo, el diámetro D11 interno de la parte 52 del cuerpo hueco debe ser de menor tamaño que el diámetro D9 de la frita 40 para impedir que la frita 40 pase sobre la parte 52 del cuerpo hueco.

30 La longitud L1 de la parte 52 del cuerpo hueco debe ser lo suficientemente extensa para alojar una aguja que pueda atravesar la cubierta 53 durante el proceso de elución. La longitud L1 de la parte 52 del cuerpo hueco, por tanto, debe tener al menos el mismo tamaño que la aguja utilizada para introducir o retirar un líquido dentro o de la cápsula 1 ejemplar para la contención, la irradiación y la elución de un material. Debido a que la longitud L1 de la parte 52 del cuerpo hueco es al menos tan larga como la aguja mencionada con anterioridad, la parte del cuerpo hueco protege los primero y segundo filtros impidiendo que resulten dañados por la aguja cuando la aguja es introducida dentro de la cápsula.

40 La cubierta 53 y el tapón 50 terminal tiene un diámetro D15 de mayor tamaño que el diámetro D2 interno de la primera porción 12 terminal del tubo multidímetro para impedir que el tapón 50 terminal pase por entero hasta el interior de la primera porción 12 terminal. Debido a que la cubierta 53 actúa como un tope, los primero y segundo filtros 30 y 40 pueden ser protegidos para que no resulten aplastados por el cuerpo 52 hueco del tapón 50 terminal durante el proceso de ajuste a presión. Así mismo, la cubierta 53 del tapón 50 terminal debe ser lo suficientemente delgado para hacer posible la perforación por una aguja utilizada en un proceso de elución.

45 La parte 92 del cuerpo cilíndrico hueco puede estar ahusada, para que el diámetro D16 externo de una porción de la parte 92 del cuerpo cilíndrico hueco encarada hacia el centro del tubo 10 multidímetro sea de menor tamaño que un diámetro D18 externo de la parte 92 del cuerpo cilíndrico hueco fijada a la cubierta 93. El diámetro D16 debe ser de menor tamaño que el diámetro D3 interno de la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro para que el extremo de la parte 92 del cuerpo hueco encarada hacia el centro del tubo 10 multidímetro pueda entrar en la segunda porción 14 terminal. Sin embargo, el diámetro D18 externo de la parte 92 del cuerpo cilíndrico fijada a la cubierta 93 debe tener un tamaño ligeramente mayor que el diámetro D3 interno de la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro para que, cuando el tapón 90 terminal sea ajustado a presión dentro de la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro, la segunda porción 14 terminal forme un cierre estanco mecánico. Así mismo, el diámetro D17 interno de la parte 92 del cuerpo hueco debe tener un tamaño menor que el diámetro D10 de la frita 80 para impedir que la frita 80 pase hasta el interior de la parte 92 del cuerpo hueco.

55 La longitud L2 de la parte 92 del cuerpo hueco debe ser lo suficientemente larga para alojar una aguja que puede hacerse pasar a través de la cubierta 93 durante un proceso de elución. La longitud L2 de la parte 92 del cuerpo hueco, por tanto, debe ser al menos tan larga como la aguja utilizada para introducir o retirar un líquido dentro o de la cápsula ejemplar para la contención, la irradiación y la elución de un material. Debido a que la longitud L2 de la parte 92 del cuerpo hueco es al menos tan larga como la aguja mencionada con anterioridad, la parte 92 del cuerpo hueco protege los tercero y cuarto filtros 70 y 80 de forma que no resulten dañados por la aguja cuando la aguja es introducida en la cápsula.

La cubierta 93 del tapón 90 terminal tiene un diámetro D19 de mayor tamaño que el diámetro D3 interno de la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro para impedir que el tapón 90 terminal pase por completo hasta el interior de la segunda porción 14 terminal. Debido a que la cubierta 93 actúa como un tope, el tercero y cuarto filtros 70 y 80 pueden ser protegidos para que no resulten aplastados por el cuerpo 92 hueco del tapón 90 terminal durante el proceso de ajuste a presión. Así mismo, la cubierta 93 del tapón 90 terminal debe ser lo suficientemente delgado para hacer posible su perforación por una aguja utilizada en el proceso de elución.

Un adhesivo puede ser aplicado a las superficies externas de las partes 52 y 92 del cuerpo hueco antes de que los tapones 50 y 90 terminales sean ajustados a presión dentro de las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales. El adhesivo puede proporcionar una estanqueidad adicional para impedir que escapen los materiales situados dentro de la cápsula.

La cápsula 1 terminal para la contención, la irradiación y la elución de un material pueden, así mismo, incluir unas primera y segunda juntas de estanqueidad 200 y 300 para la cobertura de los tapones 50 y 90 terminales después de que los tapones 50 y 90 terminales hayan sido ajustados a presión dentro de las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales, respectivamente. Ejemplos de las juntas de estanqueidad 200 y 300 se ilustran en la FIG. 14. Las primera y segunda juntas de estanqueidad incluyen unas partes 210 y 310 del cuerpo cilíndrico hueco y están cerradas en un extremo por las partes 220 y 320 terminales. Las juntas de estanqueidad pueden estar fabricadas en un material flexible, por ejemplo, un caucho antiendurecedor, para que las juntas de estanqueidad 200 y 300 puedan ajustarse sin huelgo sobre las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales para crear una segunda junta de estanqueidad. Las partes 220 y 320 terminales de las juntas de estanqueidad 200 y 300 deben ser lo suficientemente delgadas para hacer posible su perforación por una aguja en un proceso de elución. Así mismo, las juntas de estanqueidad 200 y 300 pueden incorporar un material de epoxi sobre los extremos del tubo 10 multidímetro mediante la aplicación de epoxi a las partes internas 210 y 310 del cuerpo cilíndrico antes de que las juntas de estanqueidad 200 y 300 queden ajustadas sobre las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales. El epoxi aplicado a las superficies internas de las partes 210 y 310 del cuerpo cilíndrico pueden proporcionar una estanqueidad suplementaria para impedir que escapen los materiales existentes dentro de la cápsula 1.

El tubo 10 multidímetro, los tapones 50 y 90 terminales y las arandelas 20 y 60, deben ser fabricadas a partir de materiales que presenten una sección transversal nuclear reducida para evitar la absorción de neutrones. Ejemplos de materiales de este tipo incluyen el zirconio, el cuarzo, el aluminio y las aleaciones que incluyan el zirconio, el cuarzo y el aluminio. Por ejemplo, el tubo 10 multidímetro, los tapones 50 y 90 terminales, y las arandelas 20 y 60, pueden estar fabricadas a partir de aleación de zirconio - 2 o, como alternativa, a partir de aluminio 6061, aluminio de gran pureza y aluminio 4N y 5N.

Los materiales que presentan una sección transversal nuclear reducida se encuentran disponibles con facilidad en fabricantes y a menudo son suministrados en forma de materiales en tocos en barras. Por ejemplo, los cilindros de zirconio se encuentran disponibles con facilidad.

El tubo 10 multidímetro puede ser fabricado mediante la realización de una serie de operaciones de taladrado sobre un cilindro macizo, por ejemplo, un cilindro macizo de zirconio. El cilindro puede tener un diámetro D1 externo. La longitud del cilindro puede ser determinada en base al tamaño del reactor nuclear dentro del cual el cilindro será irradiado y / o del tamaño de un generador utilizado en un proceso de elución. Un centro del cilindro puede ser taladrado hasta obtener un diámetro D4 que transforme el cilindro macizo en un tubo cilíndrico hueco. El tubo cilíndrico hueco puede tener una sección transversal anular constante con un diámetro D4 interno y un diámetro D1 externo.

Un extremo del tubo hueco puede presentar un diámetro incrementado mediante una segunda operación de taladrado para formar una primera porción 12 terminal que tenga una longitud de P1 y un diámetro interno de D2. Un segundo extremo del tubo hueco puede, así mismo, presentar un tamaño incrementado mediante una tercera operación de taladrado para formar una segunda porción 14 terminal que tenga una longitud P2 y un diámetro D3 interno. La longitud P1 debe ser lo suficientemente profunda para alojar los filtros 30 y 40 descritos con anterioridad, la arandela 20 y la parte 52 hueca del tapón 50 terminal. Así mismo, la longitud P2 debe ser lo suficientemente profunda para alojar los filtros 70 y 80 descritos con anterioridad, la arandela 60 y la parte 92 hueca del tapón 90 terminal. Las segunda y tercera operaciones de taladrado transforman el tubo cilíndrico hueco en un tubo 10 cilíndrico multidímetro hueco (véase la FIG. 3). La primera porción 12 terminal tiene una sección transversal anular con un diámetro D2 interno y un diámetro D1 externo y la segunda porción 14 terminal tiene una sección transversal anular con un diámetro D3 interno y un diámetro D1 externo. La porción del tubo existente entre la primera porción 12 terminal y la segunda porción 14 terminal constituye una porción 16 intermedia con una sección transversal anular que tiene un diámetro D4 interno y un diámetro D1 externo.

Las profundidades P1 y P2 de la primera porción 12 terminal y de la segunda porción 14 terminal del tubo 10 multidímetro mediante las segunda y tercera operaciones de taladrado pueden ser las mismas. Así mismo, los diámetros D2 y D3 internos de las primera y segunda porciones 12 y 14 terminales pueden ser los mismos. De acuerdo con ello, el tubo 10 multidímetro puede ser fabricado para producir una estructura simétrica.

- Las arandelas 20 y 60 pueden ser fabricadas mediante procesos similares utilizados en la elaboración del tubo 10 multidímetro. Debido a que las arandelas 20 y 60 pueden estar fabricadas mediante el mismo proceso, el proceso para elaborar la arandela 60 se omite en aras de la brevedad. Como punto de partida, pueden procurarse unas arandelas que pueden estar fabricadas a partir de un cilindro de zirconio que tenga un diámetro D6 externo. El diámetro D6 debe ser de menor tamaño que el diámetro D2 asociado con la primera porción 12 terminal del tubo 10 multidímetro. El cilindro puede tener una longitud que debe ser al menos tan larga como un grosor deseado para la arandela. El cilindro puede presentar la parte media taladrada para crear un tubo hueco. El tubo tiene una sección transversal anular con un diámetro D5 interno y un diámetro D6 externo (véase la FIG. 4). Una porción terminal del tubo puede ser cortada a lo largo de una línea de corte para formar la arandela 20 con un grosor deseado.
- Los tapones 50 y 90 terminales pueden estar fabricados mediante procedimientos similares a los utilizados en la elaboración del tubo 10 multidímetro. Debido a que los tapones 50 y 90 terminales pueden estar fabricados mediante el mismo procedimiento, el procedimiento para la elaboración del tapón 90 terminal se omite en aras de la brevedad.
- Como punto de partida, pueden disponerse unos tapones terminales que pueden estar fabricados mediante un cilindro de zirconio que tenga un diámetro D14 externo. El diámetro D14 debe ser de mayor tamaño que el diámetro D2 de la primera porción 12 terminal del tubo 10 multidímetro (véase la Figura 3). El cilindro es ligeramente más largo que la longitud de una aguja utilizada para introducir o retirar una solución salina en o de la cápsula 1 durante el proceso de elución. El cilindro puede ser situado en un troquel que fije una porción del cilindro. La primera fuerza puede ser aplicada sobre un extremo del cilindro para deformar un extremo del cilindro para crear una cubierta 53. La cubierta presenta un diámetro D15 de mayor tamaño que el diámetro D14 del cuerpo 52 cilíndrico.
- Después de que se ha formado la cubierta 53, una porción del cilindro por debajo de la cubierta 53 puede ser taladrada para crear una porción del cuerpo hueco. La porción del cuerpo hueco se asemeja a un tubo circular que tiene una sección transversal anular con un diámetro D11 interno y un diámetro D14 externo. Después de que se ha formado la porción del cuerpo hueco, una segunda fuerza puede ser aplicada en sentido lateral sobre la porción del cuerpo hueco para deformar la porción del cuerpo hueco hasta que adopte un perfil ahusado. La aplicación de la tercera fuerza transforma la porción del cuerpo hueco en un cuerpo 52 hueco ahusado. El extremo del cuerpo 52 hueco ahusado alejado de la cubierta 53 tiene una sección transversal anular que presenta un diámetro D11 interno y un diámetro D12 externo. El diámetro D12 externo debe estar conformado para que sea de menor tamaño que el diámetro D2 externo de la primera porción 12 terminal con el fin de hacer posible que el tapón 50 terminal entre en la primera porción 12 terminal.
- Una vez fabricado el tubo 10 multidímetro, las arandelas 20 y 60, y los tapones 50 y 90 terminales de la cápsula son ensamblados tal y como se muestra en la FIG. 2. La arandela 20 es situada dentro de la primera porción 12 terminal para que la arandela 20 se apoye contra el primer resalto 100. Un primer filtro 30, por ejemplo, lana de vidrio fabricada a partir de vidrio con 5% de óxido de boro, es situado en la primera porción 12 terminal para que la arandela 20 se sitúe entre el primer filtro 30 y el resalto 100. Un segundo filtro 40, por ejemplo, una frita de vidrio fabricada con vidrio con 5% de óxido de boro, está dispuesta en la primera porción 12 terminal para que el primer filtro 30 se sitúe entre el segundo filtro 40 y la arandela 20. El tapón 50 terminal es insertado y puede ser ajustado a presión dentro de la primera porción 12 terminal cerrando de esta manera de forma estanca la primera porción 12 terminal. Puede incorporarse un material de epoxi sobre las superficies externas de la parte 52 del cuerpo hueco del tapón 50 terminal antes de la operación de ajuste a presión para obtener un medio de estanqueidad añadido suplementario.
- La formación de la cápsula se completa mediante el cierre estanco del segundo extremo. La arandela 60 es situada dentro de la segunda porción 14 terminal para que la arandela 60 se apoye contra el segundo resalto 110. Un tercer filtro 70, por ejemplo, de lana de vidrio fabricada a partir de vidrio con 5% de óxido de boro, es situado en la segunda porción 14 terminal para que la arandela 60 se sitúe entre el tercer filtro 70 y el resalto 110. Un cuarto filtro 80, por ejemplo, de frita de vidrio fabricada a partir de vidrio con 5% de óxido de boro, está dispuesto en la segunda porción 14 terminal para que el tercer filtro 70 se sitúe entre el cuarto filtro 80 y la arandela 60. El tapón 90 terminal es insertado y puede ser ajustado a presión dentro de la segunda porción 14 terminal cerrando de esta manera de forma estanca la segunda porción 14 terminal. Un material de epoxi puede ser dispuesto sobre las superficies externas de la parte 92 del cuerpo hueco del tapón 90 terminal antes de la operación de ajuste a presión para proporcionar un medio de estanqueidad añadido suplementario.
- Además de las etapas anteriores para la fabricación de la cápsula 1 ejemplar, pueden disponerse unas juntas de estanqueidad 200 y 300 suplementarias (véanse las FIGS. 2 y 14) y quedar situadas sobre los extremos de la cápsula 1 después de que las primera y segunda porciones 12 y 14 sean cerradas de forma estanca. Las juntas de estanqueidad 200 y 300 pueden estar dispuestas para obtener un cierre estanco suplementario. Estas juntas de estanqueidad pueden estar fabricadas a partir de un material flexible, como por ejemplo caucho y pueden estar fabricadas para proporcionar un ajuste sin huelgo para las porciones 12 y 14 terminales de la cápsula 1. Las juntas de estanqueidad pueden incluir unas partes 210 y 310 del cuerpo hueco y unas partes 220 y 320 de la cubierta. Las partes 220 y 320 de la cubierta deben ser lo suficientemente delgadas para hacer posible su perforación por una aguja en un proceso de elución. Así mismo, puede ser aplicado un material de epoxi sobre las superficies internas de las partes 210 y 310 del cuerpo hueco antes de que las juntas de estanqueidad 200 y 300 sean situadas sobre

las porciones 12 y 14 terminales para conseguir un medio suplementario para el cierre estanco de las porciones 12 y 14 terminales de la cápsula 1.

5 De acuerdo con lo divulgado, la cápsula 1 ejemplar incluye un tubo 10 multidiámetro con una primera porción 12 terminal, una segunda porción 14 terminal y una porción 16 intermedia situada entre las porciones 12 y 14 terminales. Cuando el tubo está en uso, la porción 16 intermedia contiene un material destinado a un proceso de irradiación. Por ejemplo, la porción 16 intermedia puede contener molibdato de titanio, molibdato de zirconio, tungstato de titanio, tungstato de zirconio, u otra matriz de resina / gel de intercambio de iones para la elución. El material, por ejemplo, puede ser añadido a la porción 16 intermedia después de que la primera porción 12 terminal haya sido ensamblada y cerrada de forma estanca por el tapón 50 terminal de acuerdo con lo descrito con anterioridad. Después de que el material es añadido a la porción 16 intermedia, la segunda porción 14 terminal puede ser ensamblada y cerrada de forma estanca, de acuerdo con lo descrito con anterioridad.

10 La cápsula 1 cerrada de forma estanca (sin las juntas estancas 200 y 300) que incluye el material que va a ser irradiado puede ser irradiada dentro de un reactor nuclear. Después de la etapa de irradiación, la cápsula puede ser retirada del reactor y las juntas de estanqueidad 200 y 300 pueden ser fijadas a la cápsula de acuerdo con lo descrito con anterioridad. Con referencia a las FIGS. 15 y 16, en ellas se describe un proceso de elución de iones generados por la etapa de irradiación y la subsecuente degradación radioactiva.

15 Tal y como se muestra en las FIGS. 15 y 16, la cápsula 1 incluye una sustancia 6000 irradiada. El proceso de elución comprende dos etapas. La primera etapa incluye la perforación de un extremo de la cápsula 1 con una aguja 7100 fijada a un dispositivo 7000 para suministrar un líquido, por ejemplo, agua destilada, agua desionizada, una solución salina, oxidantes, ácidos, bases o cualquier otra solución a base de agua, a la cápsula 1 ejemplar. Tal y como se muestra en la FIG. 15, la junta de estanqueidad 200 y el tapón 50 terminal pueden ser perforados por la aguja 7100. Sin embargo, debido a que la longitud de la aguja es de menor extensión que la longitud de la porción 52 del cuerpo hueco, los primero y segundo filtros 30 y 40 de la cápsula 1, no resultan dañados por la aguja. Con el fin de extraer el líquido a través de la sustancia 6000 irradiada, tal y como se muestra en la FIG. F16, una aguja 8100 fijada a un sistema 8000 de vacío, por ejemplo, una botella de vacío, perfora el tapón 90 terminal y la junta de estanqueidad 300. Sin embargo, debido a que la aguja 8100 es más corta que la extensión del cuerpo 92 hueco del tapón 90 terminal, los tercero y cuarto filtros 70 y 80 de la cápsula 1, no resultan dañados por la aguja 8100. El vacío procedente del sistema 8000 de vacío extrae el fluido del dispositivo 7000, a través del material 6000 irradiado, y hasta el interior del sistema 8000 de vacío. De acuerdo con ello, los iones generados durante el proceso de degradación - irradiación pueden ser recogidos en el sistema 8000 de vacío.

35

40

45

**REIVINDICACIONES**

1.- Una cápsula (1) de elución que comprende:

- 5 un tubo (10) con una primera porción (12) terminal que tiene un primer diámetro (D2) interno, una segunda porción (14) terminal que tiene un segundo diámetro (D3) interno, y una porción (16) intermedia existente entre la primera porción terminal y la segunda porción terminal que tiene un diámetro (D4) interno más pequeño que los diámetros interno de las primera y segunda porciones terminales, en la que una superficie de contacto situada entre la primera porción terminal y la porción intermedia, forma un primer resalto (100) y una superficie de contacto situada entre la segunda porción terminal y la porción intermedia forma un segundo resalto (110);
- 10 una primera arandela (20) situada en el interior de la primera porción terminal que contacta con el primer resalto;
- un primer filtro (30) situado dentro de la primera porción terminal que contacta con la primera arandela;
- un segundo filtro (40) situado dentro de la primera porción terminal, de tal manera que el primer filtro está situado entre la primera arandela y el segundo filtro;
- 15 un primer tapón (50) terminal que cierra de forma estanca la primera porción terminal;
- una segunda arandela (60) situada en el interior de la segunda porción terminal, en contacto con el segundo resalto;
- un tercer filtro (70) situado dentro de la segunda porción terminal, en contacto con la segunda arandela;
- 20 un cuarto filtro (80) situado dentro de la segunda porción terminal que hace contacto en el interior de la segunda porción terminal, de manera que el tercer filtro se encuentra entre la segunda arandela y el cuarto filtro; y
- un segundo tapón (90) terminal que cierra de forma estanca la segunda porción terminal.

2.- La cápsula de elución de la reivindicación 1, en la que las secciones transversales de la primera porción terminal, la segunda porción terminal y la porción intermedia son anulares.

25 3.- La cápsula de elución de las reivindicaciones 1 o 2, en la que el primer diámetro interior y el segundo diámetro interior son idénticos.

4.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que una longitud de la primera porción terminal y una longitud de la segunda porción terminal son idénticas.

30 5.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los primero y tercer filtros son de lana de vidrio y los segundo y cuarto filtros son de un material de entre las fritas de vidrio y los discos porosos, estando constituidos los segundo y cuarto filtros a partir de un material entre vidrio, vidrio de cuarzo, polietileno y resina.

6.- La cápsula de elución de la reivindicación 5, en la que la lana de vidrio incluye al menos un material entre lana de oxido, lana de vidrio de cuarzo y fibra de vidrio.

35 7.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el primer tapón terminal comprende:

un cuerpo (52) hueco en la que una superficie externa del cuerpo hueco está ahusada para hacer posible el ajuste a presión del primer tapón terminal dentro de la primera porción terminal para crear un cierre estanco en la primera porción terminal; y

40 una cubierta (53) configurada para su perforación por unas agujas y configurada para apoyarse contra una superficie exterior de la primera porción terminal.

8.- La cápsula de elución de la reivindicación 7, en la que el cuerpo hueco del primer tapón terminal tiene una sección transversal anular y un diámetro (D12) externo de la sección transversal varía a lo largo de un eje geométrico del cuerpo hueco y la cubierta tiene una sección transversal circular maciza con un diámetro (D15) externo de mayor tamaño que el diámetro interno de la porción terminal.

45

9.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la primera arandela tiene una sección transversal anular con un diámetro (D6) externo igual o inferior al primer diámetro interno de la primera porción terminal y la segunda arandela tiene una sección transversal anular con un diámetro (D8) externo igual o inferior a la sección del diámetro interno de la segunda porción terminal.

10.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el tubo está fabricado a partir de al menos un material entre zirconio de gran pureza, aluminio, vidrio y cuarzo.

11.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende así mismo:

5 una primera capa de epoxi situada entre el primer tapón terminal y la primera porción terminal, y una segunda capa de epoxi situada entre el segundo tapón terminal y la segunda porción terminal.

12.- La cápsula de elución de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende así mismo:

una primera junta de estanqueidad flexible situada sobre un exterior de la primera porción terminal y una segunda junta de estanqueidad flexible situada sobre un exterior de la segunda porción terminal.

13.- La cápsula de elución de la reivindicación 12, que comprende así mismo:

10 una primera capa adhesiva situada entre la primera junta de estanqueidad flexible y la primera porción terminal y una segunda capa adhesiva situada entre la segunda junta de estanqueidad flexible y la segunda porción terminal.

14.- Un procedimiento de irradiación de un material situado dentro de una cápsula (1) de elución, incluyendo la cápsula de elución un tubo (10) con una primera porción (12) terminal que tiene un primer diámetro interno, una segunda porción (14) terminal que tiene un segundo diámetro interno, y una segunda porción (16) intermedia que tiene un diámetro interno más pequeño que los diámetros internos de las primera y segunda porciones terminales estando situada la porción intermedia entre la primera porción terminal y la segunda porción terminal y estando configurada para contener el material, una superficie de contacto situada entre la primera porción terminal y la porción intermedia forma un resalto (100) y una superficie de contacto situada entre la segunda porción terminal y la porción intermedia forma un segundo resalto (110), una primera arandela (20) situada dentro de la primera porción terminal, en contacto con el primer resalto, un primer filtro (30) situado dentro de la primera porción terminal, en contacto con la primera arandela, un segundo filtro (40) situado dentro de la primera porción terminal, de manera que el primer filtro está situado entre la primera arandela y el segundo filtro, un primer tapón terminal que cierra de forma estanca la primera porción terminal, una segunda arandela (60) situada dentro de la segunda porción terminal, en contacto con el segundo resalto, un tercer filtro (70) dentro de la segunda porción terminal, en contacto con la segunda arandela, un cuarto filtro (80) situado dentro de la segunda porción terminal, de manera que el tercer filtro se encuentra entre la segunda arandela y el cuarto filtro, y un segundo tapón terminal que cierra de forma estanca la segunda porción terminal, comprendiendo el procedimiento:

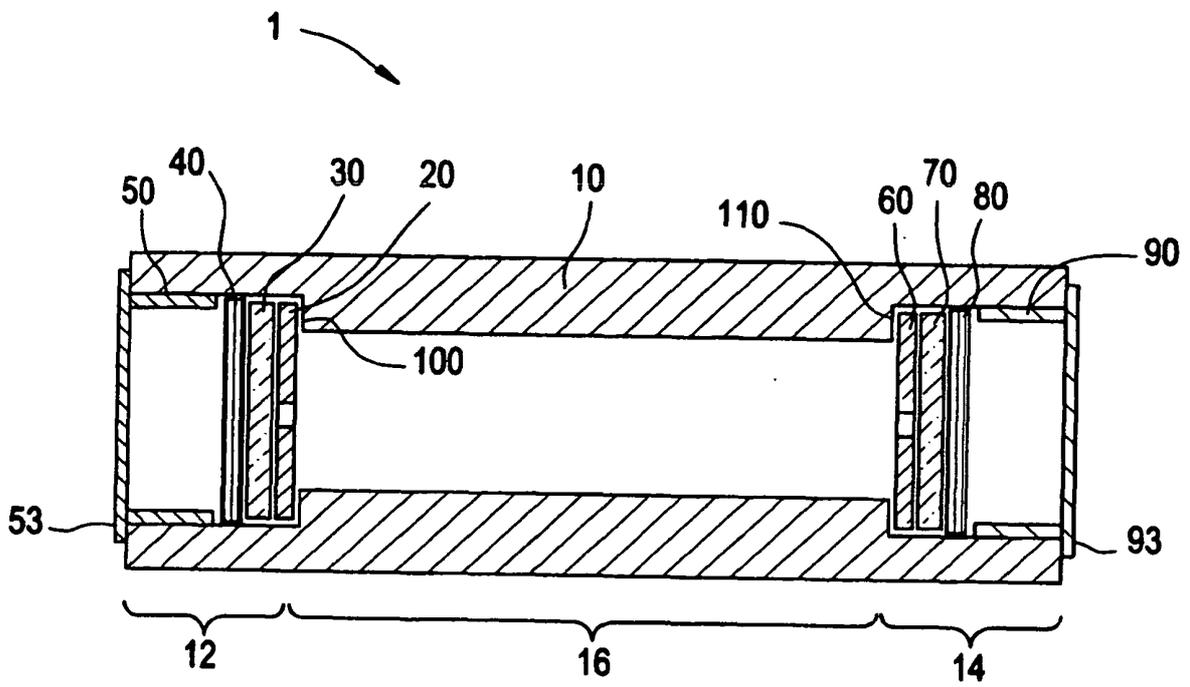
30 la colocación de la cápsula de elución con el material en la porción intermedia de la cápsula de elución dentro de una fuente de flujo de neutrones; y

la irradiación de la cápsula y del material dentro de la fuente del flujo de neutrones.

15.- El procedimiento de la reivindicación 14, en el que el material incluye una sustancia de entre molibdato de titanio, molibdato de zirconio, tungstanato de titanio, y el tungstanato de zirconio.

35

FIG. 1



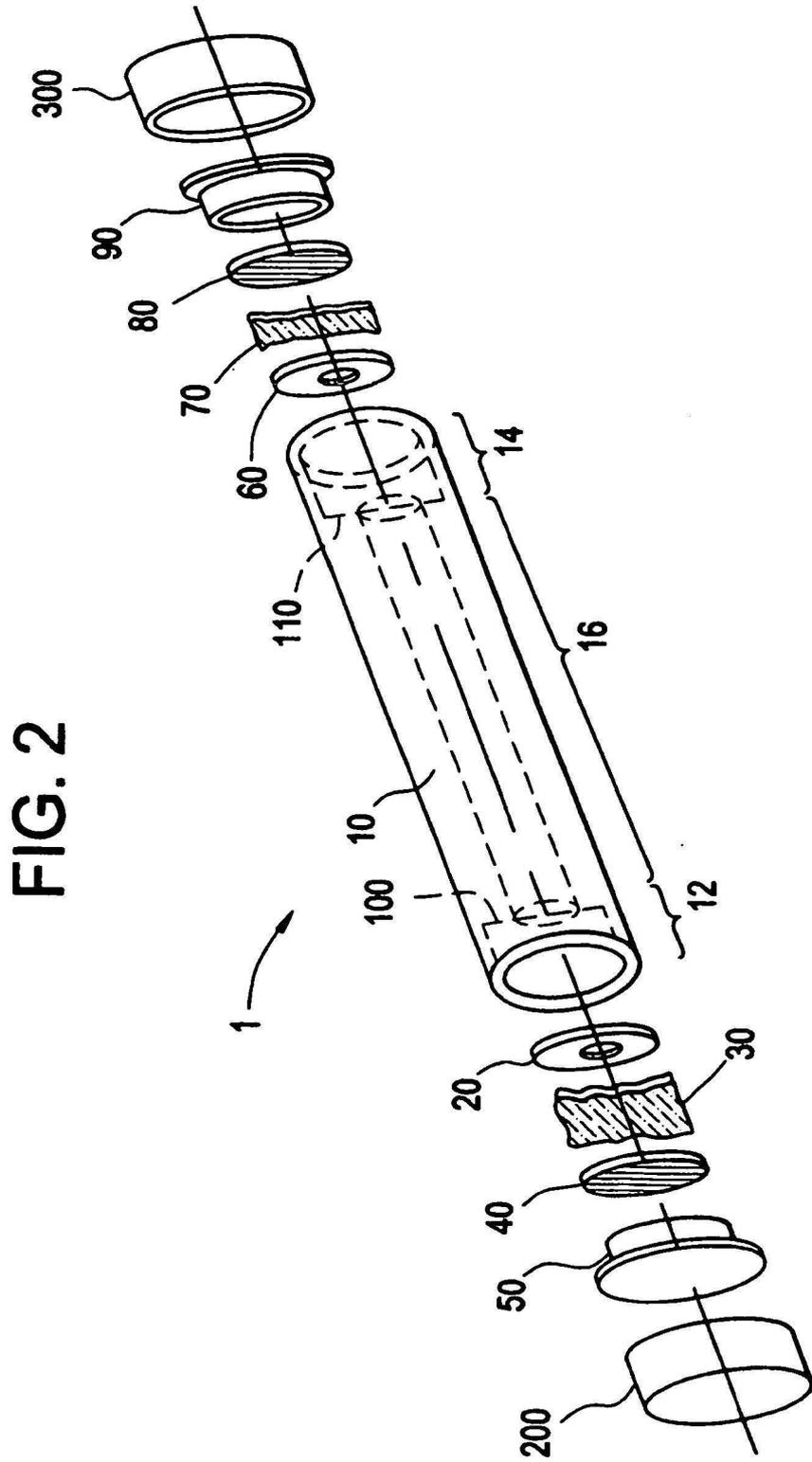
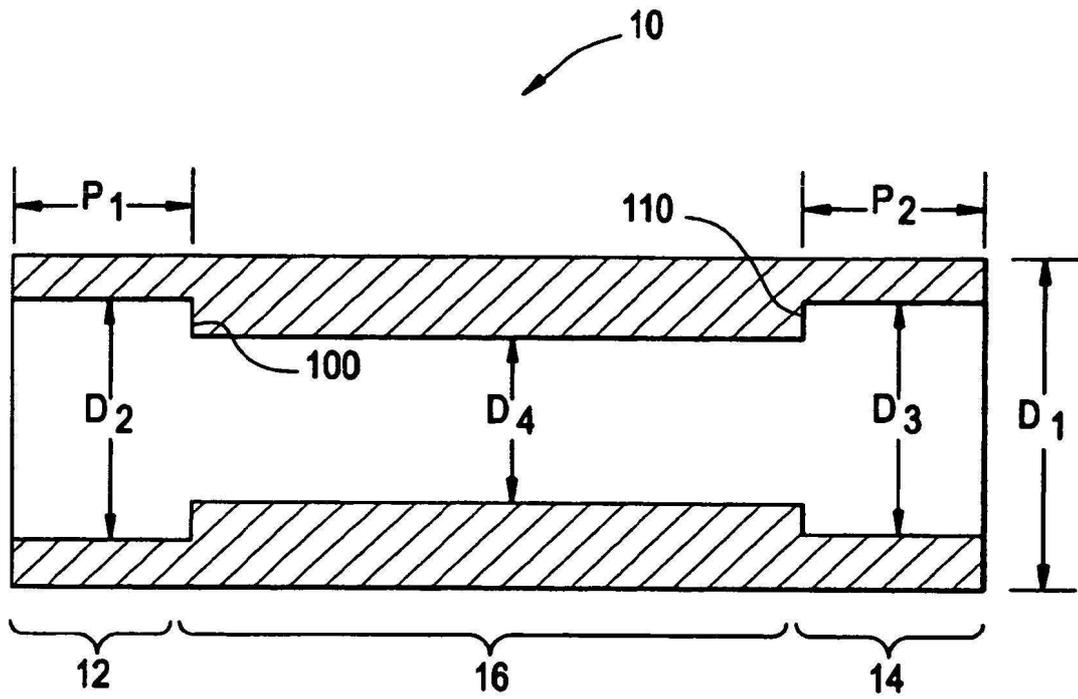
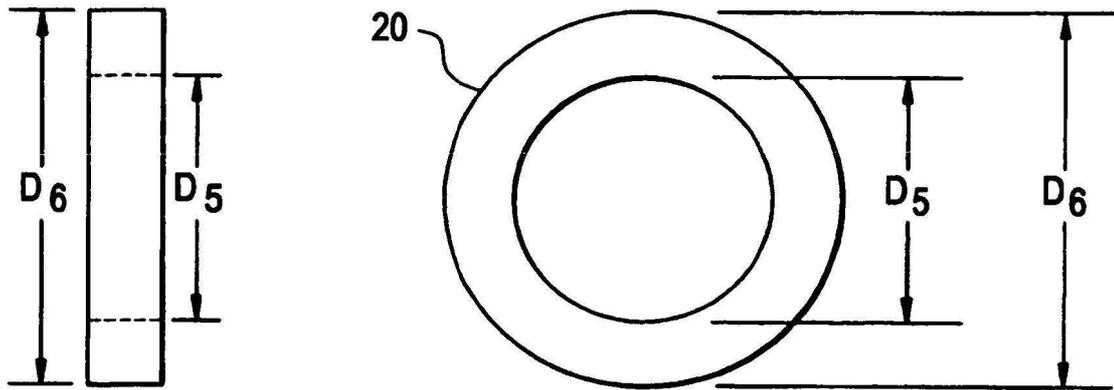


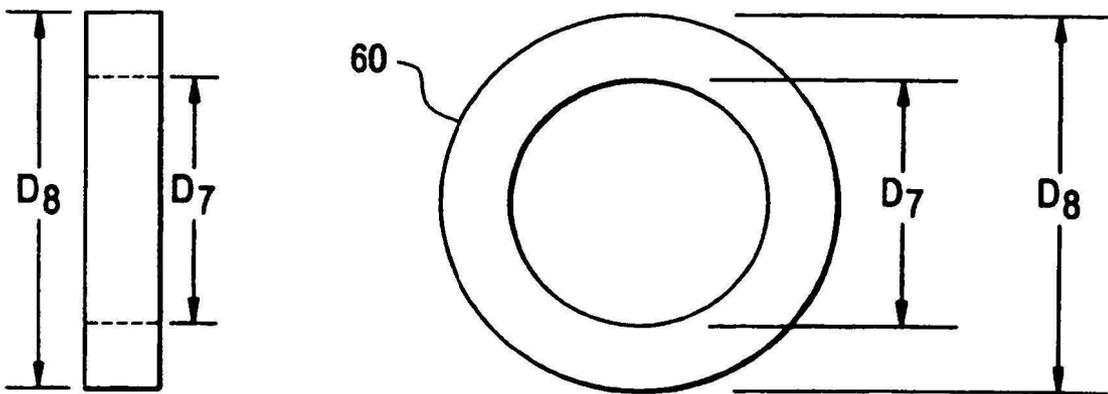
FIG. 3



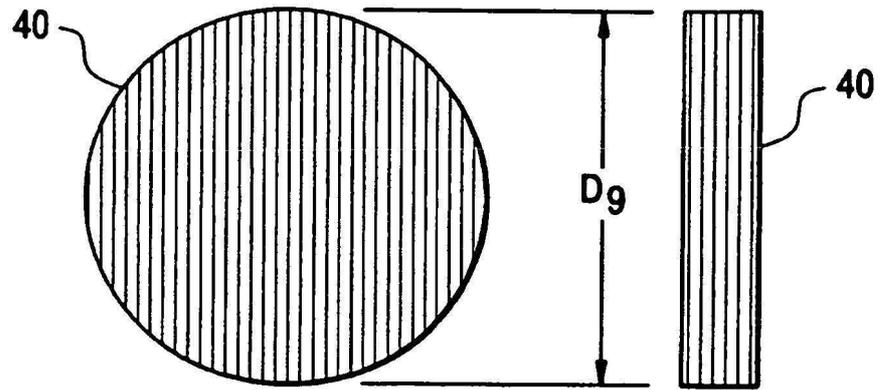
**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**



**FIG. 7**

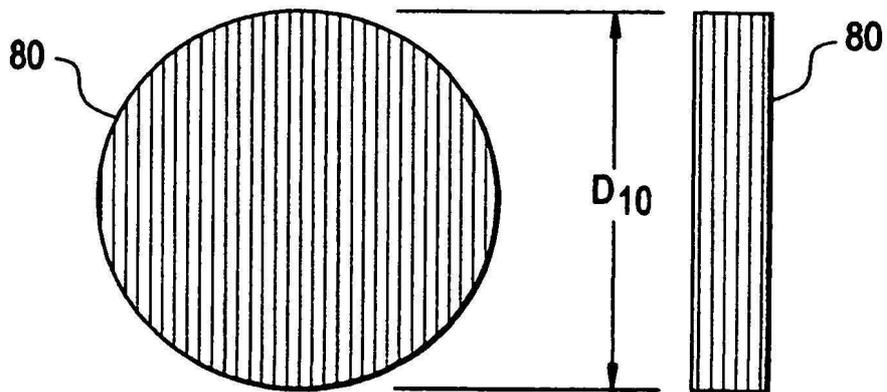


FIG. 9

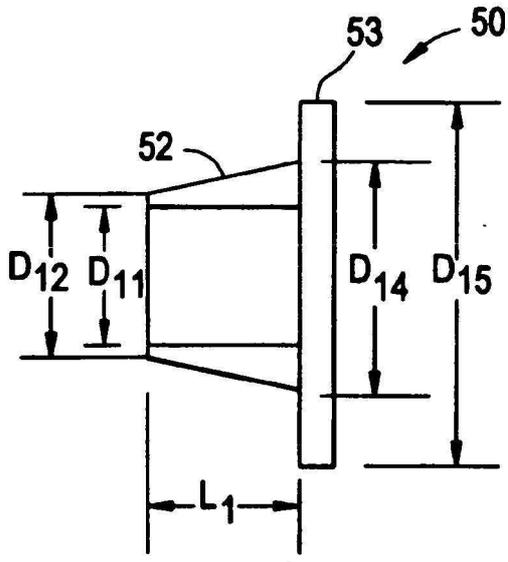


FIG. 8

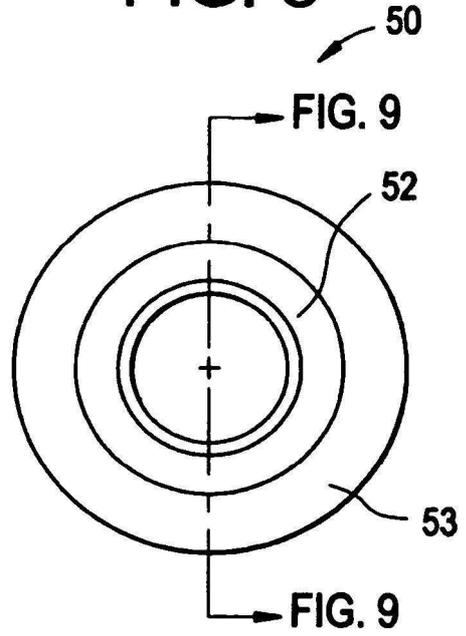


FIG. 10

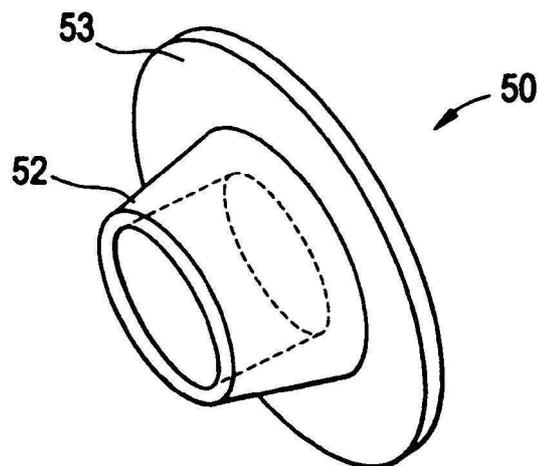


FIG. 12

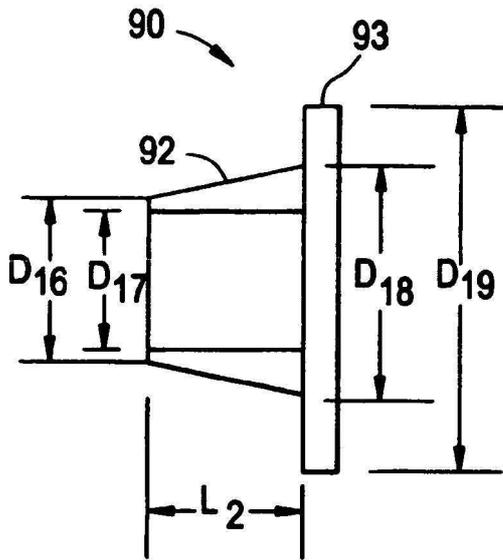


FIG. 11

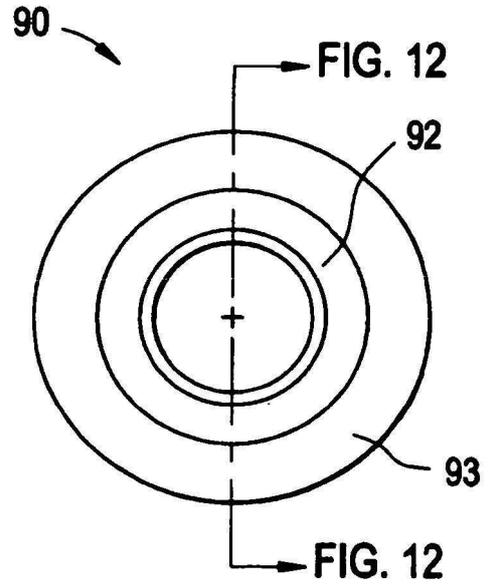
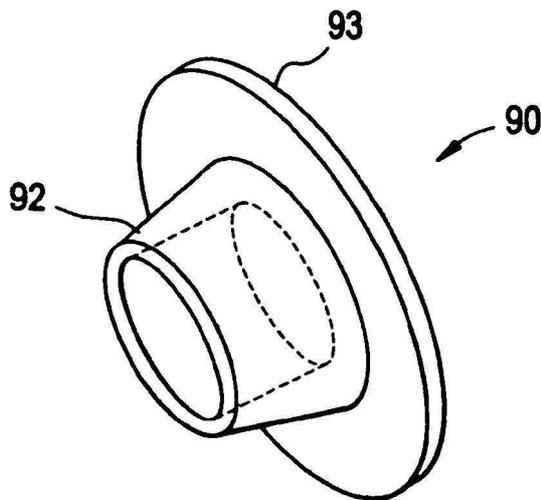
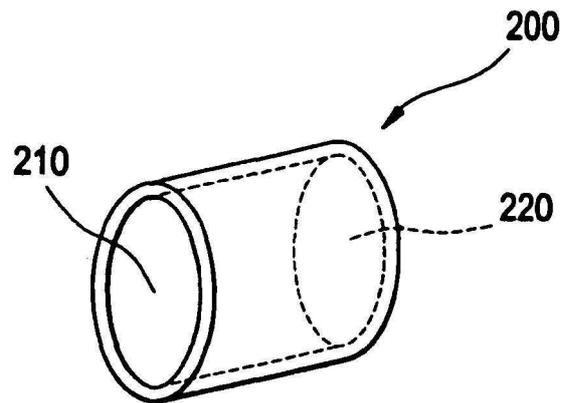


FIG. 13



**FIG. 14A**



**FIG. 14B**

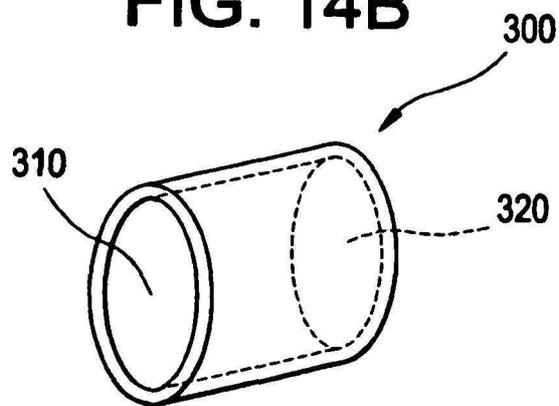


FIG. 15

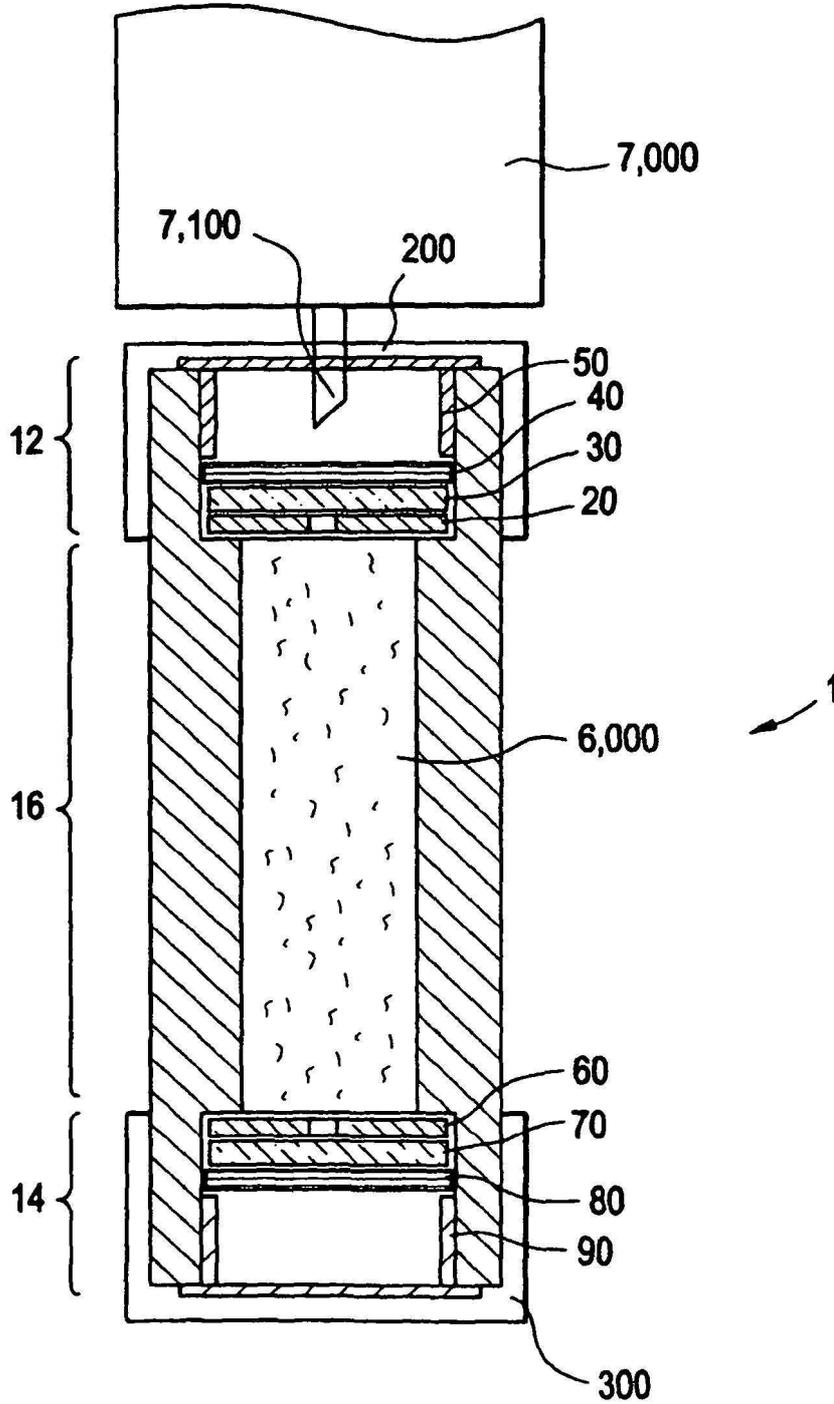


FIG. 16

