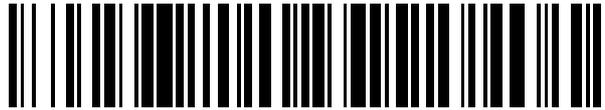


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 559 510**

51 Int. Cl.:

**G21G 1/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2011 E 11161361 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2015 EP 2375421**

54 Título: **Geometría de columna para maximizar las eficiencias de elución del molibdeno-99**

30 Prioridad:

**07.04.2010 US 755714**

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

**12.02.2016**

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC  
(100.0%)  
3901 Castle Hayne Road  
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**VARNEDOE, JENNIFER;  
RUSSELL II, WILLIAM EARL;  
BLOOMQUIST, BRADLEY D.;  
ALLEN, MELISSA;  
PAINE, JAMES EDWARD y  
ALVAREZ, ALAN ANTHONY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 559 510 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

Geometría de columna para maximizar las eficiencias de elución del molibdeno-99

### Antecedentes

#### 1. Campo

- 5 La invención se refiere a las columnas de elución utilizadas para la extracción de iones de tecnecio a partir de molibdato de titanio radiactivo.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 El tecnecio-99m (m es metaestable) es un radionucleido utilizado en el diagnóstico por imagen médica nuclear. El tecnecio-99m se inyecta en un paciente que, cuando se utiliza con ciertos equipos, se utiliza para representar imágenes de los órganos internos del paciente. Sin embargo, el tecnecio-99m tiene una vida media de sólo seis (6) horas, por lo tanto, se desean fuentes fácilmente disponibles de tecnecio-99m.

- 15 Un procedimiento para la obtención de tecnecio-99m utiliza un procedimiento de como mínimo dos etapas. En primer lugar, el molibdato de titanio se coloca en una cápsula, que se irradia a continuación en un reactor nuclear. El molibdeno-98 dentro del molibdato de titanio absorbe un neutrón durante el procedimiento de irradiación y se convierte en molibdeno-99 (Mo-99). Como alternativa, el metal de molibdeno se puede irradiar y el molibdato de titanio se forma después de la irradiación. El Mo-99 es inestable y se desintegra con una vida media de 66 horas en tecnecio-99m. Después de la etapa de irradiación, el molibdato de titanio radiactivo se retira de la cápsula y se coloca en una columna para su elución. Posteriormente, se hace pasar solución salina a través del molibdato de titanio radiactivo para eliminar los iones de tecnecio-99m del molibdato de titanio radiactivo.

- 20 El documento US 4.782.231 describe un generador de elución del componente 99mTC estándar útil para fines médicos y que consiste en partes componentes prefabricadas. La columna del generador principal del dispositivo se puede utilizar tanto como un recipiente de irradiación como un recipiente de elución, lo que permite al usuario suministrar piezas activadas o no activadas. La columna del generador principal sirve como primera ampolla de irradiación del reactor y después de haberse activado en el reactor por neutrones y ajuste, sirve directamente como la columna del generador. La misma se carga con molibdatos o polimolibdatos insolubles en agua (con el contenido de molibdeno en el intervalo del 10 al 40 %), liberando fácilmente el 99mTc generado por la desintegración radiactiva del 99Mo madre formado en su interior por activación neutrónica. Esta carga de la columna sirve originalmente como material diana para las irradiaciones del reactor y se utiliza después directamente como la matriz de elución del generador.

#### 30 Sumario

La presente invención reside en un sistema para eluir un material radiactivo tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

#### Breve descripción de los dibujos

- 35 Las realizaciones ejemplares de la presente invención se entenderán más claramente a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos.

La Figura 1 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 2 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

- 40 La Figura 3 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 4 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

- 45 La Figura 5 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 6 es una vista en sección de una porción de una columna de elución que incluye desviadores de flujo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 7 es una vista de una porción de una columna de elución que incluye desviadores de flujo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

50

La Figura 8 es una vista de una porción de una columna de elución que incluye una plataforma en espiral de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 9 es una vista de una porción de una columna de elución que incluye una plataforma en espiral de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

5 La Figura 10 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

La Figura 11 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención;

10 La Figura 12 es una vista del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención; y

La Figura 13 es una vista en sección del sistema para eluir un material radiactivo de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención.

### **Descripción detallada de las realizaciones ejemplares**

15 Las realizaciones ejemplares de la invención se describirán ahora con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran las realizaciones ejemplares. La invención puede, sin embargo, realizarse en diferentes formas y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria. Más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente 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.

20 Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento o capa como estando "en", "conectado/a a", o "acoplado/a a" otro elemento o capa, puede estar directamente en, conectado/a a, o acoplado/a a otro elemento o capa o que elementos o capas intermedias pueden estar presentes. En contraste, cuando un elemento se denomina como estando "directamente en", "directamente conectado/a a", o "directamente acoplado/a a" otro elemento o capa, no hay elementos o capas intermedias presentes. Tal como se utiliza aquí, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

25 Se entenderá que, aunque los términos primer, segundo, etc., se pueden utilizar en la presente memoria para describir diversos elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas, y/o secciones no deben estar limitados a estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir un elemento, componente, región, capa, y/o sección de otro elemento, componente, región, capa, y/o sección. Por lo tanto, un primer elemento, componente, región, capa o sección descrita más adelante podría denominarse un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de las realizaciones ejemplares.

30 Los términos espacialmente relativos, tales como "debajo", "abajo", "inferior", "arriba", "superior", y similares, se pueden utilizar en la presente memoria para facilitar la descripción para describir la relación de un elemento o característica con otro elemento o elementos o características o características como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo durante su uso u operación además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en las figuras se voltea, los elementos descritos como "debajo" o "abajo" de otros elementos o características estarían entonces orientados "por encima" de los otros elementos o características. Por tanto, el término ejemplar "debajo" puede abarcar tanto una orientación por encima como por debajo. El dispositivo se puede orientar de otra manera (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizadas en la presente memoria interpretarse en consecuencia.

35 Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a vistas en planta y/o vistas en sección transversal a modo de vistas esquemáticas ideales. En consecuencia, las vistas se pueden modificar en función de las tecnologías y/o tolerancias de fabricación. Por lo tanto, las realizaciones ejemplares no se limitan a las mostradas en las vistas, sino que incluyen modificaciones en su configuración formadas en base a los procedimientos de fabricación. Por lo tanto, las regiones ejemplificadas en las figuras que tienen propiedades esquemáticas y formas de regiones que se muestran en las figuras ejemplifican formas o regiones de elementos específicas, y no limitan las realizaciones ejemplares.

50 La Figura 1 ilustra un ejemplo de un sistema 10 para eluir un material 60 radiactivo. El sistema 10 incluye una fuente 20 de suministro de la solución de elución, una columna 30 de elución, y un sistema 40 de recogida. La fuente 20 de suministro de la solución de elución puede incluir un depósito 21 para almacenar solución de elución y una primera aguja 22 hueca (un ejemplo de una primera trayectoria de comunicación de fluido) configurada para penetrar en un primer extremo 11 de la columna 30 de elución y proporcionar comunicación de fluido de la solución de elución almacenada en el depósito 21 a la columna 30 de elución. El depósito 21 puede almacenar, por ejemplo, solución salina. El sistema 40 de recogida puede incluir, asimismo, una segunda aguja 42 hueca (un ejemplo de una segunda

trayectoria de comunicación de fluido) configurada para perforar un segundo extremo 12 de la columna 30 de elución y una cámara 41 de almacenamiento para recoger el eluyente de la columna 30 de elución a través de la segunda aguja 42. La columna 30 de elución puede ser similar a un cilindro de orientación vertical que encierra el material 60 radiactivo.

5 Durante su operación, la columna 30 de elución se carga con un material 60 radiactivo. Para eliminar los iones deseados del material 60 radiactivo, la solución de elución se hace pasar de la fuente 20 de suministro de la solución de elución, a través de la primera aguja 22, a través de la material 60 radiactivo, a través de la segunda aguja 42, y en el sistema 40 de recogida. Las operaciones anteriores se impulsan mediante un vacío aplicado al sistema 10 desde el sistema 40 de recogida.

10 La Figura 2 ilustra una realización ejemplar de un sistema 100 de elución que incluye una fuente 20 de suministro de la solución de elución, un sistema 40 de recogida, y una columna 105 de elución interpuesta entre los mismos. Al igual que el sistema 10 que se ilustra en la Figura 1, la fuente 20 de suministro de la solución de elución que se ilustra en la Figura 2 incluye una primera aguja 22 que se puede configurar para penetrar en un primer extremo 111 de la columna 105 de elución y un depósito 21 para almacenar la solución de elución. Del mismo modo, el sistema 15 40 de recogida del sistema 100 incluye también una segunda aguja 42 configurada para penetrar en un segundo extremo 112 de la columna 105 de elución y una cámara 41 de almacenamiento para la recogida del eluyente que ha hecho pasar a través de la columna de 105 elución.

Durante su operación, la columna 105 de elución se carga con un material 160 radiactivo, por ejemplo, molibdato de titanio radiactivo. Como se muestra en la Figura 2, la columna 105 de elución puede parecerse a un cilindro hueco 20 que tiene un diámetro D interior y una longitud L. Un primer extremo 111 de la columna 105 de elución se puede cerrar herméticamente por un primer miembro 110 de estanqueidad y un segundo extremo 112 de la columna 105 de elución se puede cerrar herméticamente por un segundo miembro 120 de estanqueidad. El primer y segundo miembros 110 y 120 de estanqueidad pueden, por ejemplo, ser tapones de caucho. Como se muestra en la Figura 2, el primero y segundo miembros 110 y 120 de estanqueidad se pueden formar como tapones de caucho que se 25 extienden parcialmente en el primer y segundo extremos 111 y 112 de la columna 105 de elución. Además de los primeros y segundos miembros 110 y 120 de estanqueidad que cierran herméticamente el primer y segundo extremos 111 y 112 de la columna 105 de elución, se pueden proporcionar casquillos 130 y 140 de extremo sobre el primer y segundo extremos 111 y 112 de la columna 105 de elución para cubrir el primer y segundo miembros 110 y 120 de estanqueidad y una porción de la columna 105 de elución. Los casquillos 130 y 140 de extremo pueden 30 funcionar como una junta adicional, puede ayudar a proteger la columna 105 de elución, y pueden mantener los tapones en su lugar. Aunque no se ilustra en la Figura 2, un adhesivo se puede aplicar entre las paredes interiores de los casquillos 130 y 140 de extremo y las paredes exteriores de la columna 105 de elución para proporcionar una junta adicional.

Como se ilustra en la Figura 2, la columna 105 de elución encierra un material 160 radiactivo. Para evitar que la 35 punta de la segunda aguja 42 se bloquee por el material 160 radiactivo, un filtro 150, por ejemplo, una frita de vidrio, se puede proporcionar para soportar el material 160 radiactivo en la columna y actuar como una barrera para evitar que el material 160 radiactivo entre en contacto con la segunda aguja 42. En el caso de utilizar una frita de vidrio como el filtro 150, se pueden proporcionar salientes 155 internos en la columna 105 de elución para soportar la frita de vidrio. Los salientes se pueden proporcionar, por ejemplo, cerca del segundo extremo 112 de la columna 105 de 40 elución.

La columna 105 de elución puede ser relativamente larga y fina, de tamaño medio o relativamente corta y ancha. Por 45 ejemplo, la columna puede tener una longitud L de aproximadamente 27 cm (10 5/8 de pulgadas) y un diámetro D interior de aproximadamente 0,625cm (5/8 pulgadas) (un ejemplo de una columna relativamente larga y fina). Como otro ejemplo, la columna puede tener una longitud de aproximadamente 13,3cm (5 1/4 pulgadas) y un diámetro D interior de aproximadamente 2,54 cm (1 pulgada) (un ejemplo de una columna de tamaño medio). Como otro ejemplo, la columna puede tener una longitud de aproximadamente 10,5 cm (4 1/8 pulgadas) y un diámetro D interior de 3,02 cm (1 y 3/16 pulgadas) (un ejemplo de una columna corta y ancha).

Cada una de las geometrías de columnas posee diferentes propiedades que pueden afectar a la eficacia de recogida 50 de los iones recogidos durante el procedimiento de elución. La columna larga y fina proporciona, por ejemplo, una trayectoria de flujo más larga para que la solución salina pase a través del material 160 radiactivo aumentando de este modo la oportunidad de que la solución salina se ponga en contacto con y elimine los iones del material 160 radiactivo. La columna corta y ancha ofrece una trayectoria de flujo más corta, sin embargo, debido a la trayectoria de flujo más corta, se reduce el tiempo para recoger el eluyente. Los solicitantes han estudiado la eficacia de la columna larga y fina, la columna de tamaño medio, y la columna corta y ancha. Inicialmente, los solicitantes creyeron 55 que la columna larga y fina proporcionaría la mayor eficacia de elución debido a la trayectoria de flujo más larga de la solución salina a través de la columna, sin embargo, los solicitantes descubrieron que de los tres tamaños de las columnas, la columna de tamaño medio obtuvo las mejores características de flujo.

En la Figura 2, la fuente de suministro de la solución de elución se ha ilustrado como teniendo solamente una sola 60 aguja 22, sin embargo, las realizaciones ejemplares no se limitan a ello. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3, la fuente 20 de suministro de la solución de elución puede incluir una aguja 22' de tipo colector, que puede incluir

dos sub-agujas 22a y 22b que pueden penetrar un primer miembro 110 de estanqueidad de la columna 105 de elución. Una aguja 22' de tipo colector puede aumentar la interacción de la solución de elución con el material 160 radiactivo ya que la solución de elución se introduce en el material 160 radiactivo en más de una ubicación. Aunque la Figura 3 ilustra un sistema 200 que utiliza una aguja 22' de tipo colector que tiene dos sub-agujas 22a y 22b, las realizaciones ejemplares no se limitan al mismo. Por ejemplo, la aguja 22' de tipo colector puede tener más de dos sub-agujas. Otros componentes ilustrados en la Figura 3 pueden ser idénticos o similares a los descritos para el sistema 100 ilustrado en la Figura 2, por lo tanto, en aras de la brevedad, una descripción de tipos similares de elementos se omite.

La Figura 2 ilustra un sistema 100 de elución que incluye una columna 105 cilíndrica de elución relativamente recta, sin embargo, las realizaciones ejemplares no se limitan al mismo. Por ejemplo, la Figura 4 ilustra un sistema 300 para eluir un material 160 radiactivo que incluye una columna 105' de elución en forma de "serpiente". Por ejemplo, la columna 105' de elución ilustrada en la Figura 4 incluye una pluralidad de ondulaciones. La longitud LE efectiva de la columna 105' de elución en forma de "serpiente" puede, por ejemplo, ser de aproximadamente 10 5/8 pulgadas y el diámetro D' interior de la columna 105' de elución en forma de "serpiente" puede ser de aproximadamente 5/8 pulgadas. Como alternativa, en lugar de tener forma de "serpiente", la columna puede tener forma de "serpentín" como se ilustra en la Figura 5. En la Figura 5, un sistema 400 que utiliza una columna 105'' de elución en forma de "serpentín" se ilustra. La columna 105'' de elución en forma de "serpentín" pueden tener una longitud LE'' efectiva de aproximadamente 10 5/8 pulgadas y un diámetro D'' interior de aproximadamente 5/8 pulgadas. Cada una de las columnas 105' y 105'' de elución en forma de "serpiente" y "serpentín" podrá proporcionar una columna de elución compacta con una trayectoria de flujo relativamente larga a través de la que se puede hacer pasar la solución de elución. Los sistemas 300 y 400 ilustrados en las Figuras 4 y 5 incluyen componentes que son similares a aquellos del sistema 100 ilustrado en la Figura 2. En consecuencia, una descripción de estos componentes se omite en aras de la brevedad.

Los inventores han determinado que la eficacia de los sistemas 300 y 400 de elución se puede aumentar en relación con el sistema divulgado en la Figura 2 ya que las columnas 105' y 105'' de elución en forma de "serpiente" y "serpentín" cambian la dirección del flujo del eluyente que se hace pasar a través de las columnas 105' y 105'' de elución. Por lo tanto, el flujo del eluyente que se hace fluir a través de las columnas 105' y 105'' de elución en forma de "serpiente" y "serpentín" se dirige de manera relativamente turbulenta, lo que permite una mayor interacción entre la solución de elución y el material 160 radiactivo.

La Figura 2 ilustra un sistema 100 de elución que incluye una columna 105 de elución relativamente recta. Como se ha explicado anteriormente, la columna 105 de elución se puede cargar con un material 160 radiactivo, por ejemplo molibdato de titanio, a través de la que una solución de elución, por ejemplo, solución salina, se puede hacer pasar bajo la influencia de un vacío aplicado mediante el sistema 40 de recogida. El recorrido de flujo de la solución de elución a través del molibdato de titanio puede ser sustancialmente vertical. En consecuencia, algunos de los materiales 160 radiactivos no pueden ponerse en contacto con la solución de elución. Los inventores han determinado que la eficacia del sistema de elución se puede aumentar si la solución de elución se dirige de una manera turbulenta, lo que permite una mayor interacción entre la solución de elución y el material 160 radiactivo.

Las Figuras 6 y 7 ilustran los desviadores 170 de flujo de la columna 105 de elución ilustrada en la Figura 2. Los desviadores 170 de flujo se asemejan a una pluralidad de elementos en forma de cuña que sobresalen de la pared interior de la columna 105 de elución hacia el centro de la columna 105 de elución. Los desviadores 170 de flujo se pueden disponer en un patrón regular, por ejemplo, en un patrón helicoidal, o se pueden disponer al azar. Los desviadores 170 de flujo se proporcionan en una porción de la columna 105 de elución que se carga con el material 160 radiactivo, por ejemplo, en la región marcada con B-B' de la Figura 2. Aunque los desviadores 170 de flujo no se requieren para eluir con eficacia el material 160 radiactivo, la adición de los desviadores 170 de flujo incrementa la eficacia del procedimiento de elución puesto que la trayectoria de flujo del eluyente a través del material 160 radiactivo se cambia periódicamente. Este cambio en la trayectoria de flujo permite que la solución de elución se ponga en contacto con las porciones del material 160 radiactivo que no pueden contactarse normalmente por la solución de elución en caso de que los desviadores 170 de flujo no se proporcionen. Los desviadores 170 de flujo se pueden fabricar de un material relativamente no reactivo, por ejemplo, vidrio.

Como se muestra en la Figura 6, el desviadores 170 de flujo pueden parecerse a elementos en forma de cuña, sin embargo, las realizaciones ejemplares no se limitan a los mismos. Por ejemplo, los desviadores 170 de flujo pueden tener forma rectangular. Además, la Figura 6 ilustra los desviadores 170 de flujo como sustancialmente horizontal, sin embargo, las realizaciones ejemplares no se limitan a los mismos. Por ejemplo, los desviadores 170 de flujo se pueden inclinar con respecto a la dirección horizontal. Además, la Figura 6 ilustra desviadores 170 de flujo que son relativamente planos, sin embargo, realizaciones ejemplares no se limitan a los mismos. Por ejemplo, los desviadores 170 de flujo pueden tener una superficie curva o inclinada.

Además de proporcionar los desviadores 170 de flujo en la región B-B' de la columna 105 de elución ilustrada en la Figura 2, la columna 105 de elución puede incluir una plataforma 180 en espiral como se ilustra en las Figuras 8-9. Como se muestra en las Figuras 8-9, la plataforma 180 en espiral puede forzar el eluyente para viajar en una trayectoria de flujo en espiral en lugar de en una trayectoria de flujo vertical, aumentando de este modo la trayectoria de flujo del eluyente. La plataforma 180 en espiral puede o bien incluir una superficie lisa, como se muestra en la

Figura 8, o una superficie escalonada, como se muestra en los desviadores de flujo de la Figura 6. Debido a que la trayectoria de flujo del eluyente se incrementa, la interacción entre la solución de elución y el material 160 radiactivo se incrementa lo que puede aumentar la eficacia de elución. La plataforma 180 en espiral se puede fabricar de un material relativamente no reactivo, por ejemplo, vidrio.

5 Como se ha descrito anteriormente, las realizaciones ejemplares proporcionan diversas configuraciones de columnas de elución. Cada una de las columnas de elución antes mencionados se configura de modo que los diámetros interiores de cada columna son relativamente constantes, sin embargo, las realizaciones ejemplares no se limitan a las mismas. Por ejemplo, la Figura 10 ilustra un sistema 500 que incluye una columna 105A de elución  
 10 ejemplar que se asemeja a un reloj de arena que tiene un diámetro D1 en los extremos de la columna y un menor diámetro D2 cerca de la mitad de la columna. Debido a que la columna 105A tiene forma de reloj de arena, la trayectoria de flujo de la solución de elución a través del reloj de arena cambia cerca de la mitad del centro de la columna. Por ejemplo, la trayectoria F1 de flujo de la solución de elución por encima de la mitad de la columna de elución converge cerca de la mitad de la columna. Sin embargo, debido al estrechamiento de la columna 105A de elución, la trayectoria de flujo de la solución de elución cambia hacia la mitad de la columna 105A de elución y se  
 15 transforma la trayectoria F2 de flujo que emerge de la parte media de la columna. La columna 105A de elución en forma de reloj de arena puede aumentar la eficacia de elución por al menos dos razones. En primer lugar, la trayectoria de flujo del eluyente es más larga lo que permite una mayor interacción entre el material 160 radiactivo y la solución de elución. En segundo lugar, la trayectoria del flujo de la solución de elución que pasa a través de la columna 105A de elución en forma de reloj de arena es más turbulenta que el flujo de la solución de elución que  
 20 pasa a través de la columna 105 de elución en forma cilíndrica, aumentando de este modo la interacción entre la solución de elución y el material 160 radiactivo. El sistema 500 puede incluir componentes que son similares a los componentes utilizados con el sistema 100 ilustrado en la Figura 2. En consecuencia, una descripción de estos elementos se omite en aras de la brevedad.

La Figura 11 ilustra otro ejemplo de un sistema 600 de elución. El sistema 600 ilustrado en la Figura 11 es similar al  
 25 sistema 100 de elución ilustrado en la Figura 2 y, por lo tanto, una descripción detallada de los mismos se omite en aras de la brevedad. La principal diferencia entre el sistema 100 ilustrado en la Figura 2 y el sistema 600 ilustrado en la Figura 6 implica la forma de la columna 105B. En el sistema 100 ilustrado en la Figura 2 la columna 105 tiene forma cilíndrica con un diámetro D interior constante, mientras que la columna del sistema 600 tiene forma de embudo con un diámetro D4 en la parte superior de la columna 105B de elución mayor que el diámetro D3 cerca de  
 30 la parte inferior de la columna 105B de elución. En consecuencia, la trayectoria de flujo de la solución de elución que se hace pasar a través de la columna 105B de elución, mientras está sustancialmente vertical, se puede inclinar para permitir una trayectoria de flujo más larga de la solución de elución a través de la columna 105B de elución. En consecuencia, la interacción entre la solución de elución en el sistema 600 y el material 160 radiactivo puede ser mayor que la interacción de la solución de elución en el sistema 100 y el material 160 radiactivo del sistema 100. Por  
 35 consiguiente, la eficacia del sistema ilustrado en la Figura 6 puede ser mayor que la eficacia del sistema 100 ilustrado en la Figura 2 que tiene la columna 105 de elución cilíndrica.

La Figura 12 representa un sistema 700 para la recogida de iones partir de un material radiactivo. El sistema 700  
 40 puede incluir un primer cilindro 310 cerrado herméticamente por un primer casquillo 330 de extremo, un segundo cilindro 320 cerrado herméticamente por un segundo casquillo 340 de extremo, un tubo 360 que conecta el primer cilindro 310 al segundo cilindro 320, y un calentador 390 configurado para calentar el primer cilindro 310. Como se muestra en la Figura 12, el tubo 360 puede incluir una primera porción 370 de extremo que penetra a través del primer casquillo 330 de extremo y en el primer cilindro 310 y una segunda porción 380 de extremo que penetra a través del segundo casquillo 340 de extremo y en el segundo cilindro 320. El tubo 360 puede también incluir una  
 45 porción 350 serpentinda para facilitar un enfriamiento de un vapor que puede estar en el tubo 360. El tubo 360 puede proporcionar comunicación fluida entre el primer y segundo cilindros 310 y 320.

En esta realización ejemplar, una solución de elución, por ejemplo, solución salina, se puede mezclar con un material radiactivo, por ejemplo, molibdato de titanio y almacenarse en el primer cilindro 310. El calentador 390 que rodea el primer cilindro 310 puede generar calor para hervir la solución de elución con el material radiactivo  
 50 mezclado en su interior. La solución de elución gaseosa lleva iones, por ejemplo, iones de tecnecio-99m, de la mezcla de solución de elución - material radioactivo y dentro del tubo 360 a través de la primera porción 370 de extremo del tubo 360. La solución de elución gaseosa con los iones se desplaza después hacia la porción 350 serpentinda del tubo 360, donde la solución de elución gaseosa se condensa y gotea en el segundo cilindro 320 a través de la segunda porción 380 de extremo. Por consiguiente, los iones, por ejemplo, de tecnecio-99m, se pueden recoger a través del aparato de condensación ilustrado en la Figura 12. Como será apreciado por un experto en la  
 55 materia, el primer y segundo cilindros 310 y 320, así como el tubo 360 se deben fabricar de materiales que sean relativamente no reactivos, por ejemplo, vidrio. Sin embargo, un experto en la materia puede reconocer una serie de materiales que pueden ser adecuados para el sistema 700 de elución ilustrado en la Figura 12.

Haciendo referencia a la Figura 13, una sección transversal de un sistema 800 para eluir un material 805 radiactivo  
 60 puede utilizar una cápsula 860 de forma esférica. Como se muestra en la Figura 13, el sistema 800 ejemplar para eluir un material 805 radiactivo puede incluir una fuente 830 de suministro de la solución de elución, una cápsula 860 en forma esférica, y un sistema 810 de recogida. Un tubo 840 puede conectar la fuente 830 de suministro de la solución de elución a la cápsula 860 de forma esférica para introducir la solución de elución, por ejemplo, solución

- 5 salina, en la cápsula 860 de forma esférica. Otro tubo 820 puede conectar el sistema 810 de recogida a la cápsula 860 de forma esférica para recoger el eluyente que se ha hecho pasar a través del material 805 radiactivo. La cápsula 860 de forma esférica puede encerrar una membrana 870 cargada con un material 805 radiactivo, por ejemplo, molibdato de titanio radiactivo. La membrana 870, por ejemplo, se puede fabricar una de sustancia permeable a la solución salina, por ejemplo, un material celulósico o polímeros. La membrana 870 cargada con el material 805 radiactivo se puede perforar por el tubo 840 conectado a la fuente 830 de suministro de la solución de elución. Para evitar que el material 805 radiactivo entre en la fuente 830 de suministro de la solución de elución, un filtro 850, por ejemplo, una frita de vidrio, se puede fijar a un extremo del tubo 840.
- 10 La cápsula 860 de forma esférica pueden tener un diámetro D5 interior de aproximadamente 7,62 cm (3 pulgadas) y la membrana 870 puede tener un diámetro D6 exterior de aproximadamente 6,99 cm (2,75 pulgadas).
- Por consiguiente, en sistema 800 ejemplar ilustrado en la Figura 13 una brecha entre la superficie interior de la cápsula 860 de forma esférica y la membrana 870 puede ser de aproximadamente 0,318 cm (0,125 pulgadas).
- 15 Durante su operación, la solución de elución entra en la cápsula 860 de forma esférica a través del tubo 840 conectado a la fuente 830 de suministro de la solución de elución. Un patrón de flujo de la solución de elución que sale de la fuente 830 de suministro de la solución de elución se ilustra como 894. Al entrar en el centro de la membrana 870, la solución de elución fluye a través del material 805 radiactivo, y puede pasar a través de la membrana 870 y en un espacio 880 entre la cápsula 860 de forma esférica y la membrana 870. El patrón de flujo de la solución de elución en el espacio 880 se ilustra con el símbolo 892 tal como se ilustra en la Figura 13. Debido a que el sistema 810 de recogida aplica un vacío al exterior de la membrana 870, la solución de elución se puede extraer del espacio 880 y en el sistema 810 de recogida a través del tubo 820. La trayectoria de flujo del eluyente que se hace pasar a través del tubo 820 se ilustra con el símbolo 890. El patrón de flujo de la solución de elución en el interior de la membrana 870 se ilustra en la Figura 13 con el símbolo 894. En consecuencia, la solución de elución se hace pasar a través del material 805 radiactivo desde varios ángulos.
- 20
- 25 Como será fácilmente apreciado por un experto en la materia, los tubos 820 y 840, así como la cápsula 860 de forma esférica deben fabricarse de un material relativamente no reactivo, por ejemplo, vidrio o un polímero.
- Si bien las realizaciones ejemplares se han mostrado y descrito particularmente con referencia a las realizaciones ejemplares de las mismas, se entenderá por los expertos en la materia que diversos cambios en cuanto a la forma y detalles se pueden hacer a las mismas sin apartarse del espíritu y alcance de las siguientes reivindicaciones. También se entenderá aunque se ha utilizado una solución salina como una solución de elución ejemplar para utilizarse con los sistemas ejemplares, las realizaciones ejemplares no se limitan a la utilización de una solución salina como solución de elución. Además, si bien el molibdato de titanio radiactivo se ha utilizado para ejemplificar un material radiactivo que se puede utilizar con los sistemas de elución antes mencionados, se entenderá que el sistema de elución se puede utilizar con otros materiales radiactivos. Además, si bien el tecnecio-99m se ha utilizado para ejemplificar un ion que se puede eluir de un material radiactivo, las realizaciones ejemplares no se limitan a los mismos.
- 30
- 35

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema para eluir un material (160) radiactivo, que comprende:  
una columna (105) de elución configurada para encerrar el material (160) radiactivo;  
5 un primer miembro (110) de estanqueidad que cierra herméticamente un primer extremo (111) de la columna (105) de elución;  
un segundo miembro (120) de estanqueidad que cierra herméticamente un segundo extremo (112) de la columna (105) de elución;  
una fuente (20) de suministro de elución conectada al primer extremo (111) de la columna (105) de elución a través de una primera trayectoria (22) de comunicación de fluido;
- 10 un sistema (40) de recogida conectado al segundo extremo (112) de la columna (105) de elución a través de una segunda trayectoria (42) de comunicación de fluido;  
un filtro (150) en la columna (105) de elución, estando el filtro (150) configurado para soportar el material (160) radiactivo y para evitar que el material (160) radiactivo se ponga en contacto con la segunda trayectoria (42) de comunicación de fluido; y **caracterizado por**
- 15 una pluralidad de desviadores (170) de flujo fijados a una pared interior de la columna (105) de elución.
2. El sistema de la reivindicación 1, en el que una longitud de la columna (105) de elución es de aproximadamente 27 cm y un diámetro interior de la columna (105) de elución es de aproximadamente 0,625 cm.
3. El sistema de la reivindicación 1, en el que una longitud de la columna (105) de elución es de aproximadamente 13,3 cm y un diámetro interior de la columna (105) de elución es de aproximadamente 2,54 cm.
- 20 4. El sistema de la reivindicación 1, en el que una longitud de la columna (105) de elución es de aproximadamente 10,5 cm y un diámetro interior de la columna (105) de elución es de aproximadamente 3,02 cm.
5. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que el filtro (150) es una frita de vidrio y la frita de vidrio está soportada por salientes (155) internos de la columna (105) de elución.
- 25 6. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que la primera trayectoria (22) de comunicación de fluido es una primera aguja (22') de tipo colector que incluye al menos dos sub-agujas (22a, 22b).
7. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que la columna (105) de elución incluye una pluralidad de ondulaciones.
8. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que la columna (105) de elución tiene forma de serpentín.
- 30 9. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que cada uno de los desviadores (170) de flujo tiene un extremo fijado a una pared interior de la columna (105) de elución y otro extremo que se extiende hacia un centro de la columna (105) de elución.
10. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que los desviadores (170) de flujo tienen una forma de cuña.
11. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que los desviadores (170) de flujo tienen una superficie superior curvada.
- 35 12. El sistema de cualquier reivindicación anterior, en el que los desviadores (170) de flujo están dispuestos regularmente en un patrón en espiral a lo largo de una longitud de la columna (105) de elución.
13. El sistema de cualquier reivindicación anterior, que comprende además: una plataforma (180) en espiral fijada a una pared interior de la columna (105) de elución.

FIG. 1

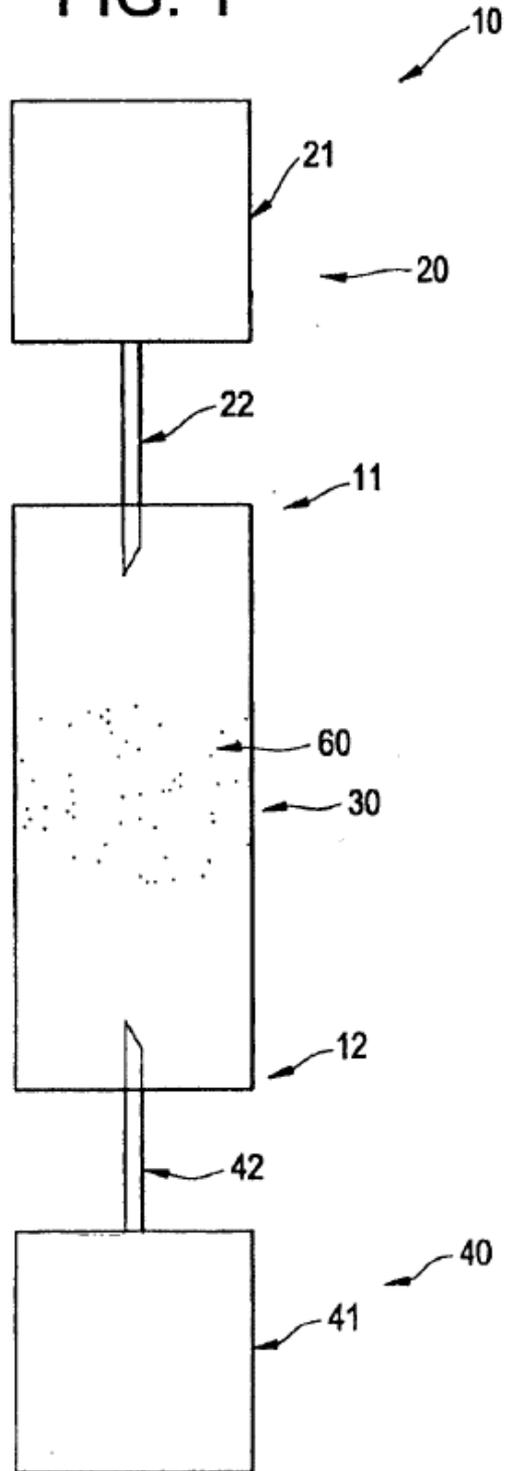


FIG. 2

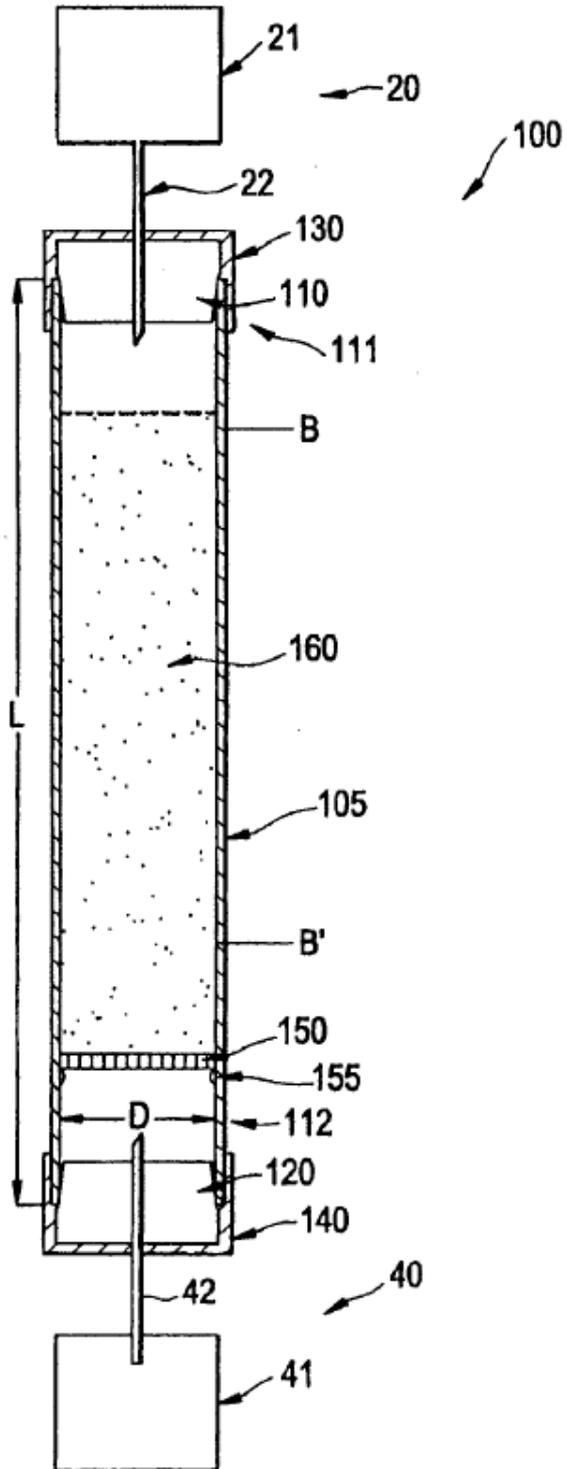


FIG. 3

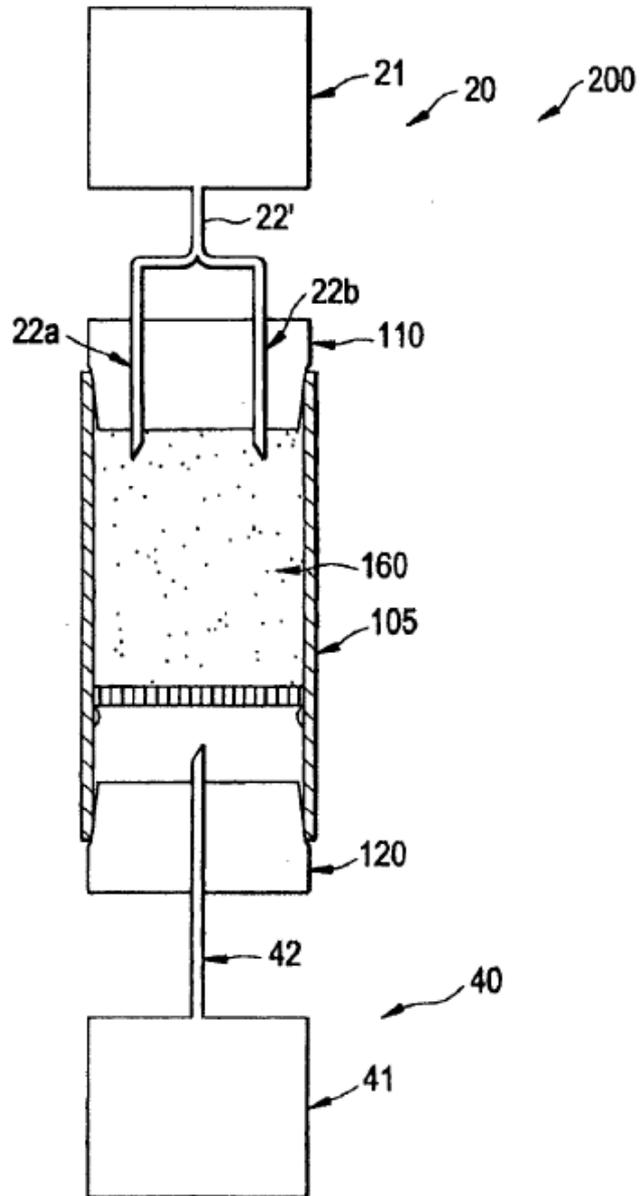


FIG. 4

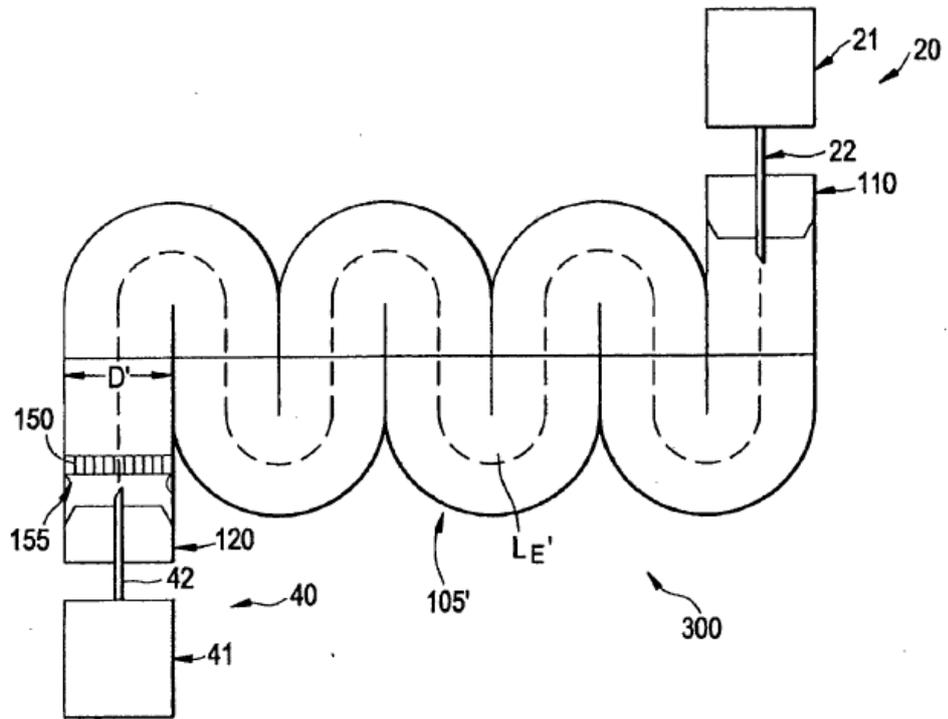
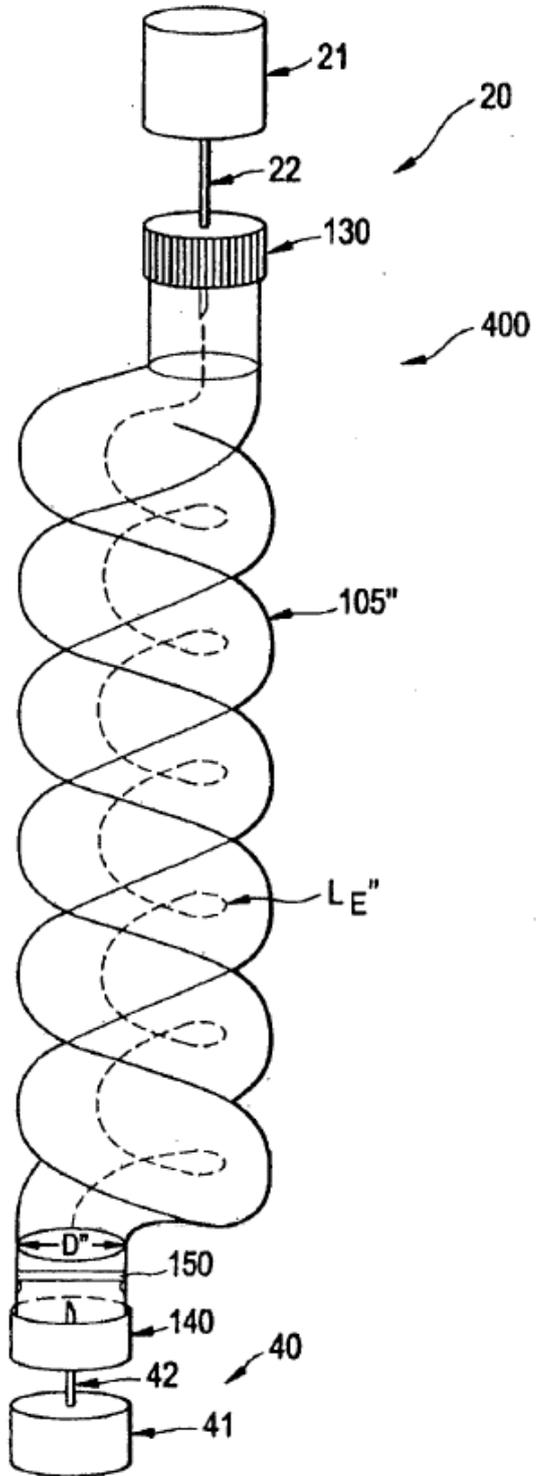
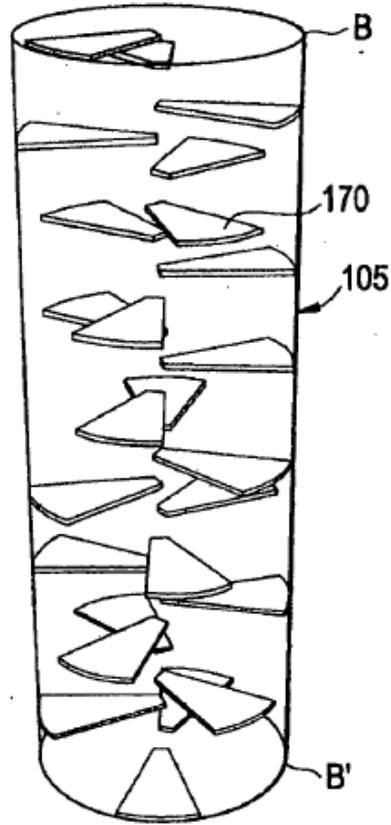


FIG. 5



**FIG. 6**



**FIG. 7**

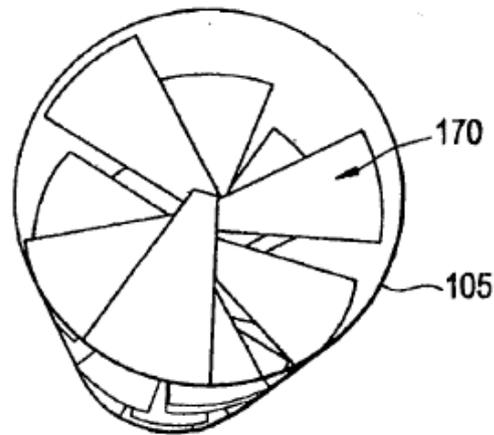


FIG. 8

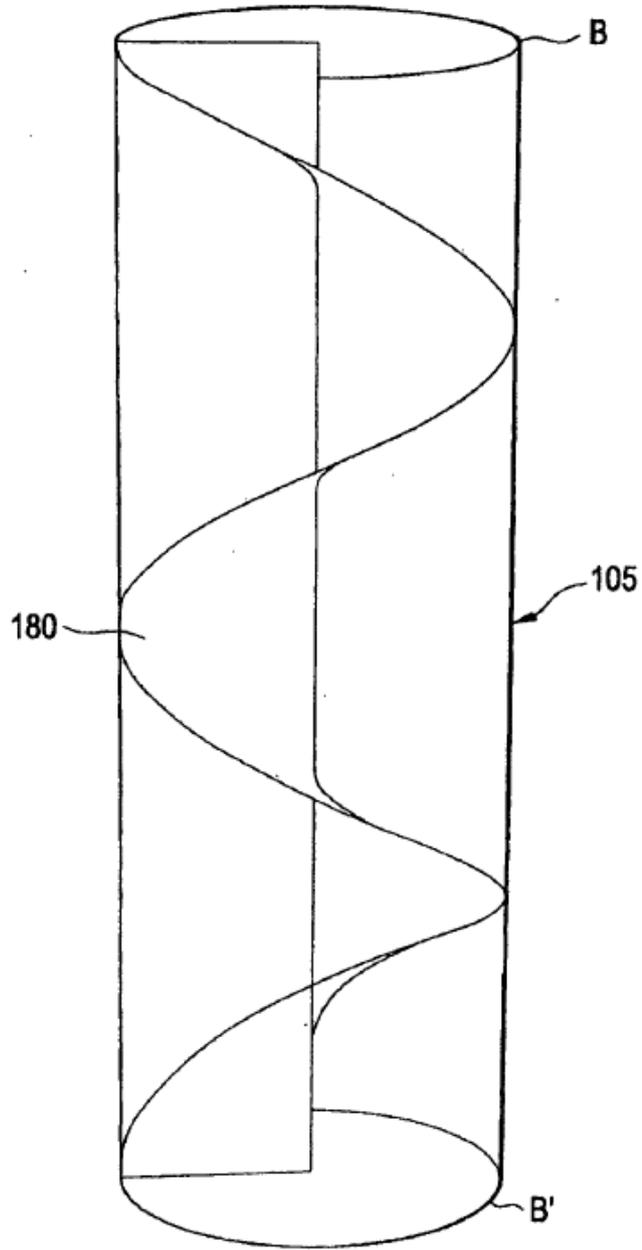


FIG. 9

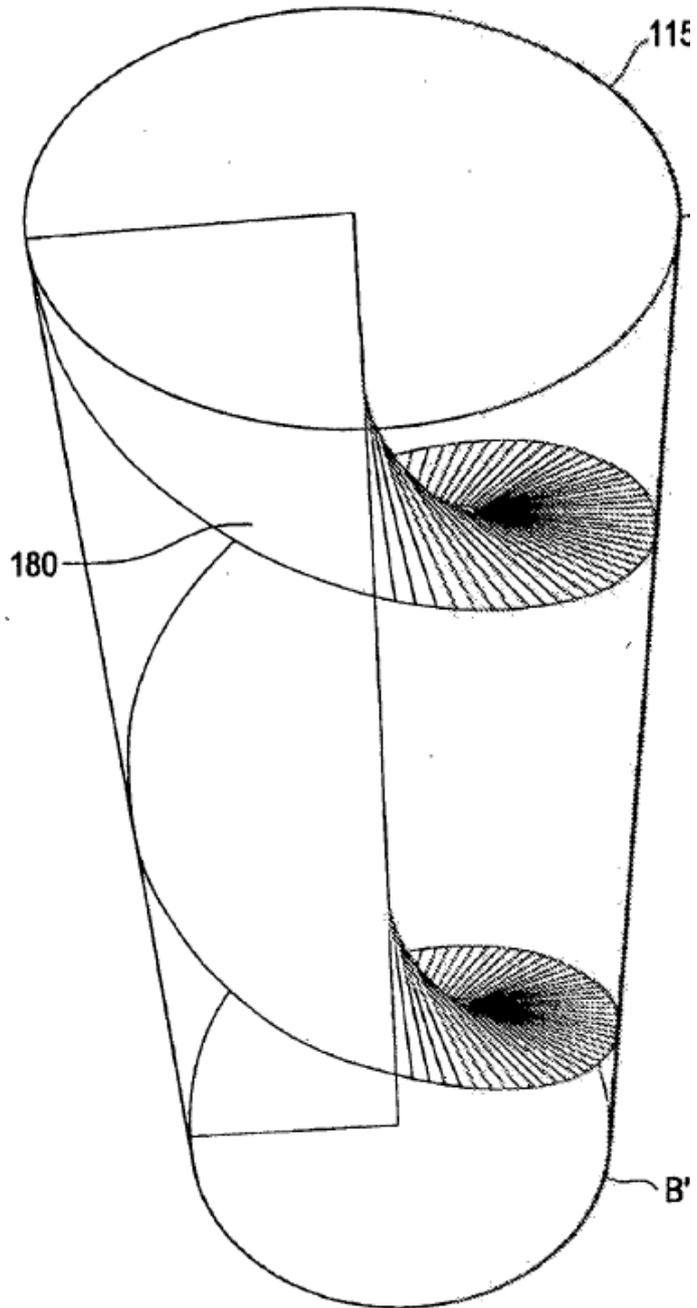


FIG. 10

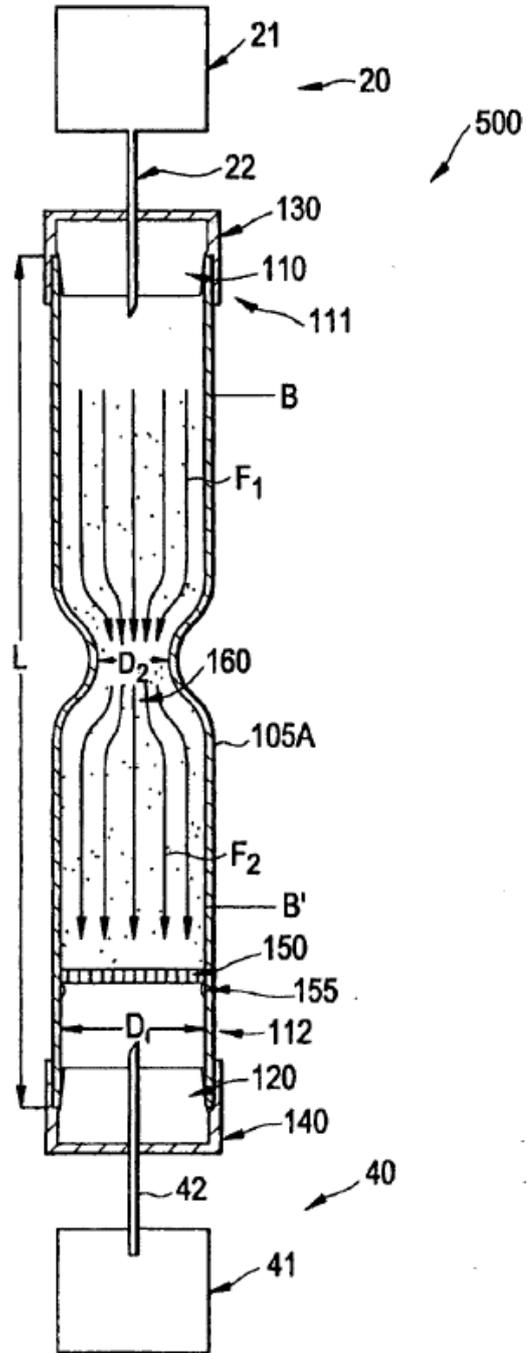


FIG. 11

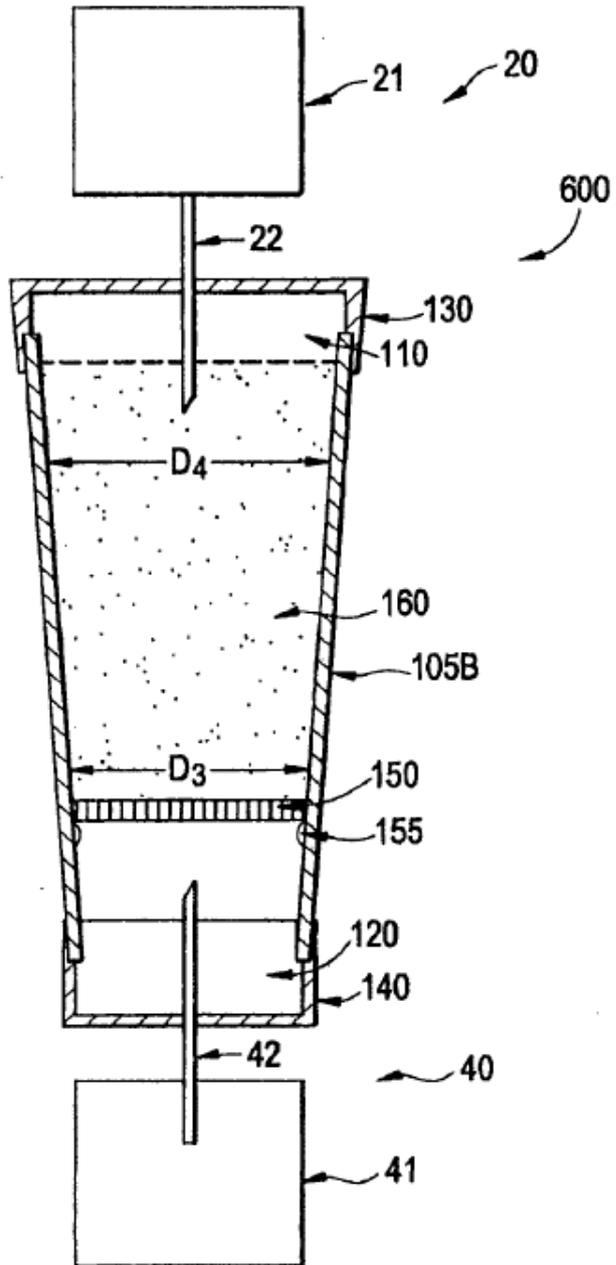


FIG. 12

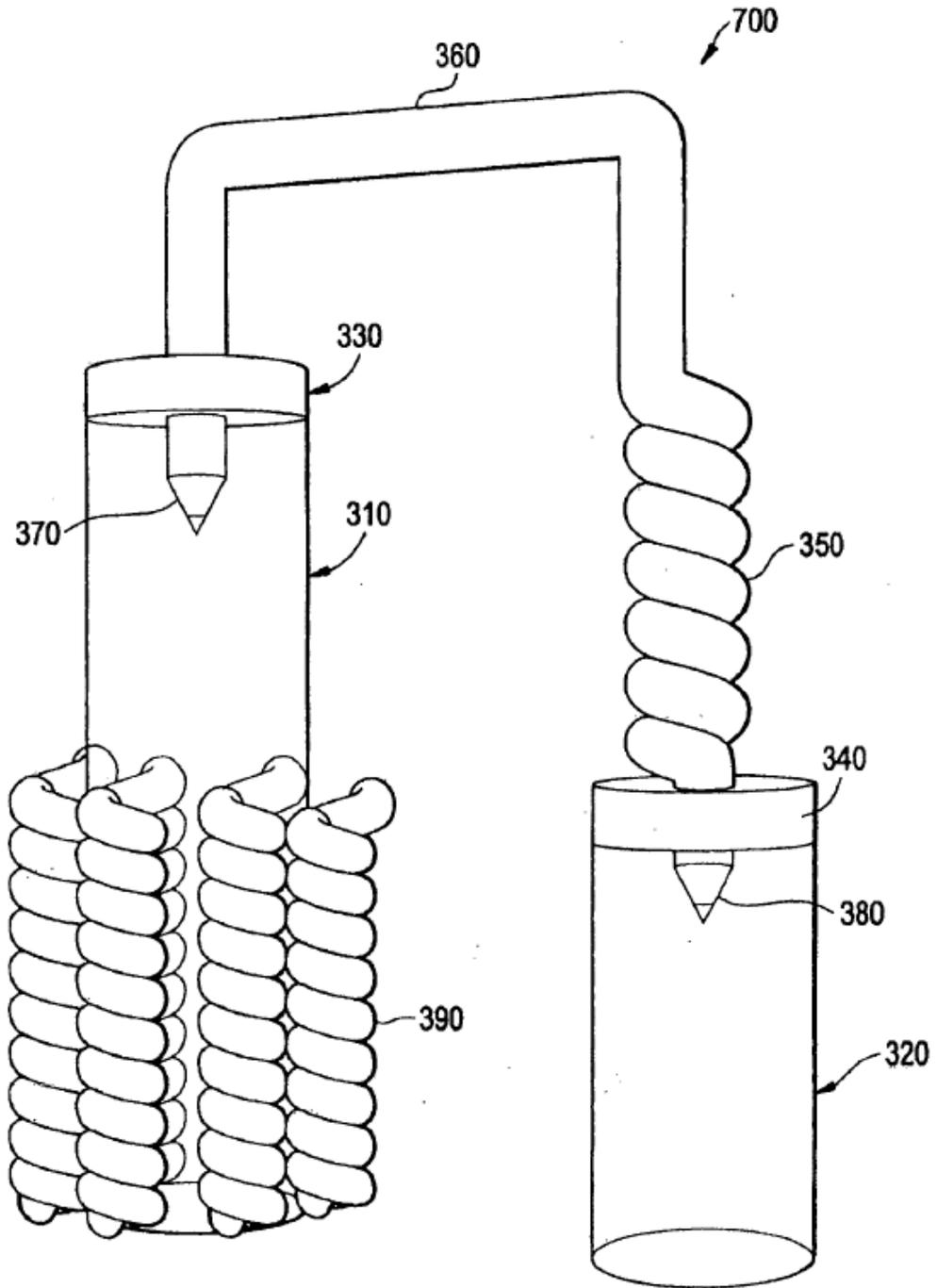


FIG. 13

