

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 604**

51 Int. Cl.:

G21G 1/02 (2006.01)

G21C 23/00 (2006.01)

G21C 17/108 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2018 PCT/US2018/050877**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.05.2019 WO19083634**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2018 E 18870192 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2024 EP 3695422**

54 Título: **Aparato para plantar y recolectar radioisótopos sobre una base de producción en masa**

30 Prioridad:

11.10.2017 US 201715729745

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

15.11.2024

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive, Suite 141
Cranberry Township, PA 16066, US**

72 Inventor/es:

**HEIBEL, MICHAEL D.;
CZERNIAK, LUKE D.;
HEAGY, MELISSA M.;
CARVAJAL, JORGE V.;
MCARDLE, MATTHEW D.;
TAYLOR, JEFFREY J. y
YANKEL, JAMES L.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 987 604 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

Aparato para plantar y recolectar radioisótopos sobre una base de producción en masa

5 Antecedentes

1. Campo

10 Esta invención es pertinente en general a dispositivos para la inserción y retiro de isótopos radiactivos dentro y fuera de un núcleo nuclear y, más particularmente, a la inserción y retiro de tales isótopos dentro y fuera de un reactor nuclear comercial sobre una base de producción en masa sin reducir la capacidad de instalaciones del reactor para generar electricidad.

15 2. Técnica relacionada

La producción comercial de isótopos radiactivos para empresas médicas y otras comerciales, tales como Generadores Térmicos de Radioisótopos (RTG), es un proceso que está limitado por los costes muy altos asociados con el desarrollo de la infraestructura de fuentes de neutrones requerida para crear cantidades comerciales de los isótopos útiles. Esto hace que las aplicaciones útiles de estos isótopos radiactivos sean muy costosas y estén sujetas a fluctuaciones extremas de suministro y costes debido a interrupciones potenciales reales o percibidas en el número muy limitado de instalaciones de producción de isótopos disponibles. El coste humano asociado con esta situación es que la mayoría de las personas no son capaces de afrontar el coste de los beneficios médicos que se pueden proporcionar por el gran número de modalidades de diagnóstico y tratamiento con isótopos radiactivos disponibles.

25 Además, los reactores que se usan actualmente para producir los radioisótopos que se procesan para producir radiofarmacéuticos son muy antiguos, y la operación continua requiere actualizaciones muy costosas que parecen proporcionar pobre retorno de inversión. Consecuentemente, los recursos de reactor requeridos para mantener la capacidad de producción existente están desapareciendo. El problema fundamental que debe abordarse es la pérdida de capacidad de producción de radioisótopos médicos debido a problemas de obsolescencia en la infraestructura de producción de radioisótopos médicos existente que llevará a una escasez de los radioisótopos necesarios para diagnosticar y tratar problemas médicos graves. Por consiguiente, hay una necesidad de una forma alternativa, y preferiblemente menos costosa, de producir radioisótopos.

35 Un número de reactores nucleares en operación usados en instalaciones comerciales de generación eléctrica emplean un sistema de detector en núcleo móvil tal como el descrito en la Patente de los Estados Unidos No. 3,932,211, para medir periódicamente la distribución de potencia axial y radial dentro del núcleo. El sistema de detector móvil generalmente comprende cuatro, cinco o seis ensamblajes de detector/accionamiento, dependiendo del tamaño de la planta (dos, tres o cuatro bucles), que están interconectados de tal manera que pueden evaluar diversas combinaciones de casquillos de flujo en núcleo. Para obtener la capacidad de interconexión de casquillo, cada detector tiene asociado con él un dispositivo de transferencia mecánica giratoria de cinco o seis trayectorias y de diez o quince trayectorias. Se hace un mapa de núcleo seleccionando, por medio de los dispositivos de transferencia, casquillos particulares a través de los cuales se accionan los detectores. Para minimizar el tiempo de mapeo, cada detector es capaz de ser ejecutado a alta velocidad por ejemplo 22 metros por minuto (72 pies por minuto) desde su posición de extracción hasta un punto justo debajo del núcleo. En este punto, la velocidad de detector se reduce a 12 pies por minuto (3.7 metros por minuto) y el detector recorre hasta la parte superior del núcleo, se invierte la dirección, y el detector recorre hasta la parte inferior del núcleo. Luego se aumenta la velocidad de detector a 72 pies por minuto (22 metros por minuto) y el detector se mueve a su posición de extracción. Se selecciona un nuevo casquillo de flujo para mapear girando los dispositivos de transferencia y el procedimiento anterior se repite.

50 La figura 1 muestra el sistema básico para la inserción de los detectores miniatura móviles. Los casquillos retráctiles 10, en los cuales se accionan los detectores miniatura 12, toman las rutas aproximadamente como se muestra. Los casquillos se insertan en el núcleo de reactor 14 a través de conductos que se extienden desde la parte inferior del recipiente de reactor 16 a través del área de protección de hormigón 18 y luego hasta una mesa de sello de casquillos 20. Dado que los casquillos de detectores móviles están cerrados en el extremo delantero (reactor), están secos por dentro. Los casquillos, de este modo, sirven como una barrera de presión entre la presión de agua de reactor, 17 MPa (diseño de 2500 psig) y la atmósfera. Se proporcionan sellos mecánicos entre los casquillos retráctiles y los conductos en la mesa de sello 20. Los conductos 22 son esencialmente extensiones del recipiente de reactor 16, permitiendo los casquillos la inserción de los detectores miniatura móviles de instrumentación en núcleo. Durante la operación, los casquillos 10 están estacionarios y se retraerán solo bajo condiciones despresurizadas durante las operaciones de reabastecimiento de combustible o mantenimiento. También es posible la extracción de un casquillo a la parte inferior del recipiente de reactor si se requiere trabajo en las partes internas del recipiente.

65 El sistema de accionamiento para la inserción de los detectores miniatura incluye, básicamente, unidades de accionamiento 24, ensamblajes de conmutadores de límite 26, dispositivos de transferencia giratorios de cinco trayectorias 28, dispositivos de transferencia giratorios de 10 trayectorias 30, y válvulas de aislamiento 32, como se muestra. Cada unidad de accionamiento empuja un cable de accionamiento de envoltura helicoidal hueca hacia el

núcleo con un detector miniatura unido al extremo delantero del cable y un cable coaxial de diámetro pequeño, que comunica la salida del detector, roscado a través del centro hueco de vuelta hasta el extremo posterior del cable de accionamiento.

5 El uso de los casquillos de flujo de sistema de detector en núcleo móvil 10 para la producción de productos de transmutación y activación de neutrones deseados por irradiación, tales como isótopos usados en procedimientos médicos, requiere un medio para insertar y extraer el material que va a ser irradiado desde el interior de los casquillos de flujo ubicados en el núcleo de reactor 14. Preferiblemente, el medio usado minimiza el potencial de exposición a radiación del personal durante el proceso de producción y también minimiza la cantidad de desechos radiactivos generados durante este proceso. Con el fin de monitorizar con precisión la exposición a neutrones recibida por el material objetivo para asegurar que la cantidad de producto de activación o transmutación que se produce sea adecuada, es necesario que el dispositivo permita que se mida continuamente una indicación de flujo de neutrones en las cercanías del material objetivo. Idealmente, los medios usados serían compatibles con los sistemas usados actualmente para insertar y extraer sensores dentro del núcleo de los reactores nucleares comerciales. La Solicitud de Patente de los Estados Unidos Copendiente No. de Serie 15/210,231, titulada Irradiation Target Handling Device, presentada el 14 de julio de 2016, describe un Ensamblaje de Cable de Producción de Isótopos que satisface todas las consideraciones importantes descritas anteriormente para la producción de isótopos médicos que necesitan exposición de núcleo para menos que un ciclo de combustible completo.

20 Hay otros radioisótopos comercialmente valiosos que se producen a través de transmutación de neutrones que requieren que se produzcan múltiples reacciones de transmutación inducidas por neutrones con el fin de producir el producto de radioisótopo deseado, o que se derivan desde materiales que tienen una sección transversal de interacción de neutrones muy baja, tal como Co-60, W-188, Ni-63, Bi-213 y Ac-225. Estos isótopos requieren un tiempo de residencia de núcleo de un ciclo de combustible o más. Los reactores de potencia comerciales tienen una abundancia de neutrones que no contribuyen significativamente a la salida de calor del reactor usado para generar potencia eléctrica. Esta invención describe un proceso y hardware asociado que puede usarse para utilizar el entorno de neutrones en un reactor nuclear comercial para producir cantidades comercialmente valiosas de radioisótopos que requieren una exposición a neutrones a largo plazo, es decir, un ciclo de combustible o exposición a más largo, o corto plazo, es decir, menos de un ciclo de combustible, con un impacto mínimo en las operaciones y costes de operación de reactor. El hardware y metodología descritos en la solicitud de patente de los Estados Unidos No. de serie 15/341,478, presentada el 2 de noviembre de 2016, permitirán la producción de radioisótopos que requieren tiempos de residencia relativamente largos en el núcleo, actualmente producidos en reactores de producción de isótopos obsoletos, usando el equipo de sistema de detector en núcleo móvil anterior sin interferir con la funcionalidad del proceso de medición de distribución de potencia de sistema de detector en núcleo móvil.

35 El documento EP 3 167 457 A0 (WO2016/007197A1) divulga un sistema de manipulación de objetivos de irradiación que comprende las características de la porción precaracterizante de la reivindicación 1. Se encuentra técnica anterior además en el documento US 2011/0051872A1 que divulga métodos de producción de isótopos deseados en reactores nucleares comerciales y aparatos asociados que usan tubos de instrumentación que se encuentran convencionalmente en recipientes de reactores nucleares para exponer objetivos de irradiación al flujo de neutrones que se encuentra en el reactor nuclear en operación. Se encuentra técnica anterior además en el documento US2013/0315/361 A1 que divulga métodos de producción de radioisótopos en múltiples tubos de instrumentación de reactores nucleares comerciales en operación, en donde los objetivos de irradiación pueden insertarse y retirarse de múltiples tubos de instrumentación durante la operación y convertirse en radioisótopos.

45 Todavía hay una necesidad adicional de un proceso de producción de radioisótopos más eficiente que pueda producir radioisótopos en reactores nucleares comerciales sobre una escala de producción en masa, sin afectar negativamente la salida de potencia eléctrica de esas instalaciones comerciales. Un objeto de esta invención es satisfacer esa necesidad.

50 **Resumen**

Este y otros objetivos se logran, de acuerdo con esta invención, con un sistema de manipulación de objetivos de irradiación que tiene un ensamblaje de cable de producción de isótopos que comprende un cable de accionamiento de soporte de objetivos construido para ser compatible con conductos de un sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente que transporta detectores en núcleo desde un sistema de accionamiento de detector hasta y a través de casquillos de instrumentos dentro de un núcleo de reactor. El cable de accionamiento de soporte de objetivo tiene uno controlado remotamente de un acoplamiento macho o hembra en un extremo delantero del cable de accionamiento. Se proporciona una unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo separada e independiente de la unidad de accionamiento de detector en el sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente. La unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo está configurada para accionar el cable de accionamiento de soporte de objetivo dentro y fuera del núcleo y está estructurada para accionar el cable de accionamiento de soporte de objetivo dentro y a través de los conductos, un primer selector de trayectorias múltiples y un segundo selector de trayectorias múltiples en el sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente. Se proporciona un soporte de objetivo de espécimen que tiene otro del acoplamiento macho o hembra en un extremo posterior del soporte de objetivo de espécimen con el otro del

acoplamiento macho o hembra configurado para emparejarse con el uno del acoplamiento macho o hembra en el extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de objetivo. Un tercer selector de trayectorias múltiples está conectado a y estructurado para recibir una entrada desde una trayectoria de salida en el segundo selector de trayectorias múltiples y proporciona una primera salida a una nueva ubicación de unión de espécimen, una segunda salida a una ubicación de descarga de espécimen irradiado y una tercera salida al núcleo.

En una realización el soporte de objetivo de espécimen tiene una proyección radial que se extiende desde o a través de una pared exterior del soporte de objetivo de espécimen en contacto con una pared interior de un casquillo de instrumento en el núcleo de reactor, dentro del cual el soporte de objetivo de espécimen es accionado por el cable de accionamiento de soporte de objetivo, que mantiene una posición axial del soporte de espécimen dentro del casquillo de instrumento, cuando el soporte de espécimen se separa del cable de accionamiento. Preferiblemente, el uno del acoplamiento macho o hembra está configurado para mover la proyección radial lejos de la pared interior del casquillo de instrumento cuando se acopla a otro del acoplamiento macho o hembra en el soporte de objetivo de espécimen.

En todavía otra realización el sistema de manipulación de objetivos de irradiación incluye un dispositivo de posicionamiento axial unido al soporte de objetivo de espécimen para determinar cuándo el soporte de objetivo de espécimen alcanza una posición axial preseleccionada dentro de un casquillo de instrumento dentro del núcleo, que el soporte de objetivo de espécimen es introducido por el cable de accionamiento. Preferiblemente, los casquillos de instrumento tienen un extremo superior cerrado y un extremo delantero del soporte de objetivo de espécimen tiene una proyección axial que está dimensionada para entrar en contacto con un interior del extremo superior cerrado del casquillo de instrumento en el cual se acciona el soporte de objetivo de espécimen. En una de tales realizaciones la longitud de la proyección axial es un alambre que tiene una longitud ajustable. Deseablemente, el cable de accionamiento de soporte de objetivo entra en los conductos a través de una conexión en "Y" con una pata de la "Y" conectada a la unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo y una segunda pata de la "Y" conectada a la unidad de accionamiento de detector.

También se divulga un método para irradiar múltiples especímenes dentro de un núcleo de un reactor nuclear que tiene un sistema de mapeo de flujo de detector de radiación, en núcleo móvil, en donde el núcleo comprende una pluralidad de ensamblajes de combustible que tienen respectivamente casquillos de instrumentos en los cuales se puede insertar y atravesar un detector de radiación del sistema de mapeo de flujo. El método comprende la etapa de insertar un primer soporte de espécimen que contiene un primer espécimen en un extremo delantero de un primer cable de accionamiento accionado por una primera unidad de accionamiento, en un primer casquillo de instrumento en el núcleo. A continuación, el método separa de manera remota el primer cable de accionamiento del primer soporte de espécimen y fija una posición axial del primer soporte de espécimen dentro del primer casquillo de instrumento. Luego se extrae el primer cable de accionamiento del reactor. A continuación, se une un segundo soporte de espécimen que contiene un segundo espécimen al extremo delantero del primer cable de accionamiento accionado por la primera unidad de accionamiento. Luego se inserta el segundo soporte de espécimen que contiene el segundo espécimen en un segundo casquillo de instrumento en el núcleo. El primer cable de accionamiento a continuación se separa remotamente del segundo soporte de espécimen y el segundo soporte de espécimen se fija en una posición axial a la que fue accionado dentro del segundo casquillo de instrumento. La siguiente etapa extrae el primer cable de accionamiento del reactor. En medio de la etapa de extracción y la segunda etapa de inserción, el método inserta un detector de radiación en núcleo móvil desde el sistema de mapeo de flujo de radiación de detector en núcleo móvil, unido a un segundo cable de accionamiento accionado por una segunda unidad de accionamiento, dentro y a través de un tercer casquillo de instrumento y extrae el detector de radiación en núcleo móvil del reactor después de realizar un ejercicio de mapeo de flujo.

De acuerdo con el método, las etapas de inserción insertan soportes de espécimen en tantos como la mitad de los casquillos de instrumento accesibles por el sistema de mapeo de flujo para irradiación simultánea en un momento cuando se debe realizar un mapa de flujo. Preferiblemente, las etapas de fijar la posición axial de los soportes de espécimen dentro de los respectivos casquillos de instrumento incluyen las etapas de determinar cuándo los respectivos soportes de espécimen están en una posición axial preseleccionada dentro de los correspondientes casquillos de instrumento. En uno de tal método, la etapa de extraer el primer cable de accionamiento desde el reactor comprende extraer el primer cable de accionamiento del sistema de mapeo de flujo de detector de radiación, en núcleo móvil antes de la ejecución de un mapa de flujo.

Breve descripción de los dibujos

Se puede obtener un entendimiento adicional de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se leen en conjunto con los dibujos acompañantes en los cuales:

La Figura 1 es una vista en elevación, esquemática, parcialmente en sección, que ilustra el sistema de mapeo de flujo básico que se puede emplear de acuerdo con esta invención para producir una pluralidad de isótopos objetivo;

La Figura 2 es una vista esquemática de una modificación del sistema de mapeo de flujo mostrado en la Figura 1 para configurar el aparato para realizar el método divulgado;

La Figura 3 es una vista en corte esquemática de una realización del ensamblaje de cable de accionamiento de soporte de objetivo de esta invención;

La Figura 3A es una vista ampliada del tapón de pestillo que se muestra en el extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de espécimen que se muestra en la Figura 3; y

La Figura 3B es una vista de extremo del extremo posterior del soporte de espécimen que se muestra en la Figura 3.

Descripción de la realización preferida

Para lograr los objetivos anteriores, esta invención modifica el sistema de mapeo de flujo tradicional descrito anteriormente con respecto a la Figura 1, como se muestra en la Figura 2. La Figura 2 muestra una porción del sistema de mapeo de flujo de detector en núcleo móvil que contiene la unidad de accionamiento de detector 24, el dispositivo de transferencia de cinco trayectorias 28, el dispositivo de transferencia de diez trayectorias 30 y la mesa de sello 20 en forma esquemática con los componentes incidentales, como los conmutadores de límite, conmutadores de seguridad y válvulas de aislamiento omitidos. También se muestran en la Figura 2 los componentes de núcleo de las modificaciones introducidas por esta invención en el sistema de mapeo de flujo de detector en núcleo móvil, para convertir el sistema de mapeo de flujo de detector en núcleo móvil en una instalación de producción en masa de radioisótopos, sin comprometer la función de mapeo de flujo. De acuerdo con esta invención se proporciona una unidad de accionamiento de cable de soporte de espécimen 34 que es distinta e independiente de la unidad de accionamiento de detector 24. La unidad de accionamiento de cable de soporte de espécimen 34 acciona un cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 que tiene un soporte de espécimen 48 unido de manera desmontable al extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de espécimen 36. El soporte de espécimen 48 se muestra en y se describirá con más detalle con respecto a la Figura 3. También debe apreciarse que la unidad de accionamiento de cable de soporte de espécimen 34 y el cable de soporte de espécimen 36 pueden configurarse igual que la unidad de accionamiento de motor de detector 24 y el cable de accionamiento de detector 50, aunque otras configuraciones también son compatibles con esta invención. El cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 se alimenta en los conductos del sistema de mapeo de flujo en núcleo de detector móvil a través de una conexión en "Y" 38 que se comunica con la entrada al dispositivo de transferencia de cinco trayectorias 28. Una de las salidas del dispositivo de transferencia de cinco trayectorias alimenta de manera similar la entrada al dispositivo de transferencia de diez trayectorias 30, una de cuyas salidas 52 alimenta un nuevo dispositivo de transferencia de tres trayectorias 40. Una salida del dispositivo de transferencia de tres trayectorias alimenta un nuevo punto de unión de espécimen 42, en el cual se puede unir un nuevo soporte de espécimen y un espécimen al cable de accionamiento de soporte de espécimen; una segunda salida del dispositivo de transferencia de tres trayectorias alimenta un recogedor de soporte de espécimen en el cual se puede descargar el soporte de espécimen; y una tercera salida del dispositivo de transferencia de tres trayectorias proporciona una trayectoria al núcleo. Debe apreciarse que aunque se divulgan dispositivos de transferencia de cinco trayectorias, diez trayectorias y tres trayectorias estos dispositivos pueden tener tantas trayectorias como sean necesarias para acceder a las ubicaciones deseadas dentro del núcleo y actualmente están en uso o se planea usar los dispositivos de cinco trayectorias y seis trayectorias 28 y dispositivos de diez trayectorias y quince trayectorias 30, dependiendo del tamaño del núcleo.

La Figura 3 muestra el extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 y el soporte de espécimen 48. El cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 tiene una envoltura de alambre en espiral 56 que se empareja con los engranajes de accionamiento en la unidad de motor de accionamiento de soporte de espécimen 34 para hacer avanzar y extraer el cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 a través de los conductos del sistema de mapeo de flujo. En el extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 está un componente de acoplamiento macho operado remotamente 58 que encaja dentro de un componente de acoplamiento hembra 60 en el soporte de espécimen 48. El componente de acoplamiento macho 58 tiene un tapón de pestillo neumático operado remotamente 62 que cuando se activa completamente en su posición extendida encaja dentro de una ranura anular 64 en el componente de acoplamiento hembra 60. El tapón de pestillo 62 se muestra con más detalle en la Figura 3A, en la posición activada, e incluye un resorte de desenganche 66 que retrae el tapón de pestillo 62 cuando se libera la presión neumática suministrada a través del canal de suministro de fluido neumático 70. El fluido neumático se suministra desde un depósito de suministro de fluido neumático 46, mostrado en la Figura 2, a través del canal de suministro de fluido neumático 70 que recorre a través del centro del cable de accionamiento de soporte de espécimen 36. Un clip de retención 68 evita que el tapón de pestillo 62 salga del canal por el cual recorre. El soporte de espécimen 48 tiene una cámara de carga útil 72 que aloja el espécimen que va a ser irradiado y dos o más pestañas de posicionamiento 76 que se extienden desde un interior del alojamiento de soporte de espécimen 74, a través del alojamiento de soporte de espécimen y contra una superficie interior de un casquillo de instrumento de ensamblaje de combustible en el cual va a ser insertado el soporte de espécimen 48, para mantener el soporte de espécimen en posición, por fricción, cuando se desconecta de manera remota del cable de accionamiento de soporte de espécimen 36. Las pestañas de posicionamiento 76 están desviadas en una posición completamente extendida y se giran fuera de contacto con las paredes laterales del casquillo de instrumento por el componente de acoplamiento macho 58 cuando el componente de acoplamiento macho está completamente insertado en el componente de acoplamiento hembra 60. En la Figura 3B se muestra una vista de extremo de las pestañas de posicionamiento 76. El soporte de espécimen 48 también tiene un cable de posicionamiento ajustable 78 que se extiende fuera del extremo delantero del soporte de espécimen 48. La posición axial deseada del espécimen dentro del casquillo de instrumento

se determina por antelación de insertar el espécimen en el sistema de mapeo de flujo de detector en núcleo móvil y la longitud del cable de posicionamiento 78 se ajusta para que su extremo delantero se apoye con el extremo superior cerrado del casquillo de instrumento cuando el espécimen esté en la posición deseada.

5 De este modo, en medio de ejecuciones de mapas de flujo, que típicamente se realizan una vez por trimestre, el sistema de mapeo de flujo de detector en núcleo móvil está disponible para insertar isótopos en y recolectar isótopos de todos los casquillos de instrumentos en un núcleo de reactor accesible al sistema de mapeo de flujo, en tanto que al menos el cincuenta por ciento de esos casquillos estén desocupados en el momento en que se ejecute un mapa de flujo. Antes de una ejecución de mapeo de flujo, el cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 tiene que ser
10 extraído por encima de la conexión en "Y" 38 para proporcionar el acceso a detector miniatura al dispositivo de transferencia de cinco trayectorias 28. De manera similar, una vez que se completa la ejecución de mapeo de flujo, el detector miniatura necesita extraerse por encima de la conexión en "Y" para proporcionar al cable de accionamiento de soporte de espécimen 36 acceso al dispositivo de transferencia de cinco trayectorias 28. Debe apreciarse que una instalación de reactor típica que emplea un sistema de mapeo de flujo en núcleo móvil tiene cuatro, cinco o seis trenes de detectores interconectados, paralelos cuyos cables de accionamiento de detector pueden ejecutarse simultáneamente en tanto que se enruten a través de diferentes conductos hasta el núcleo. De acuerdo con esta invención cada uno de los trenes de detectores puede estar provisto de su propia unidad de accionamiento de cable de soporte de espécimen que está programada individualmente para plantar isótopos en diferentes ubicaciones deseadas dentro del núcleo.

20 De este modo, esta invención proporciona modificaciones a un sistema de detector en núcleo móvil existente y un método para realizar las siguientes funciones que: (i) permite la inserción de especímenes especialmente configurados a través de un acceso especialmente configurado a los dispositivos de transferencia de trayectorias múltiples existentes desde un o más trenes de accionamiento de detector que permiten que se inserte el espécimen en una
25 ubicación de núcleo de reactor radial deseada a la que se puede llegar a través de las opciones de enrutamiento de trayectorias múltiples existentes; (ii) permite que se inserte el espécimen en la ubicación de núcleo disponible deseada en una posición axial predeterminada dentro del casquillo de instrumento de sistema de detector en núcleo móvil en relación con la parte superior del combustible activo en el ensamblaje de combustible deseado; (iii) permite que se desconecte el cable de accionamiento de soporte de espécimen del soporte de espécimen y se extraiga del reactor por encima de los dispositivos de transferencia de trayectorias múltiples con la posición axial del espécimen en el reactor fijada mediante características mecánicas en el lado de soporte de espécimen del conector de cable accionamiento de soporte de espécimen; (iv) permite que se inserte el cable de accionamiento de soporte de espécimen a través de una selección de posición de dispositivo de transferencia de trayectorias múltiples existente específica a otro dispositivo de transferencia especialmente configurado, ubicado corriente abajo de los dispositivos
30 de transferencia de trayectorias múltiples existentes (de aquí en adelante denominado como el selector de trayectoria inferior), que tiene una posición que permite que el extremo de cable de accionamiento de soporte de espécimen alcance una ubicación que permite que el cable de accionamiento de soporte de espécimen tenga otra carga útil de soporte de espécimen conectada; (v) permite que se extraiga un nuevo espécimen por encima de los dispositivos de transferencia de trayectorias múltiples existentes y luego repetir las etapas 1 hasta 4 anteriores hasta que todos los especímenes deseados estén "plantados" en el núcleo de reactor según lo planeado; (vi) permite que se inserte el cable de accionamiento de soporte de espécimen en una ubicación de espécimen plantada de tal manera que las porciones de emparejamiento del conector de cable de accionamiento de soporte de espécimen se unan para permitir que los tapones de enganche en el lado de cable de accionamiento del conector se activen usando un fluido neumático, tal como nitrógeno, para presurizar el canal de suministro de fluido neumático para que los tapones de pestillo se inserten en el canal de pestillo ubicado en el lado de espécimen del conector de tal manera que el soporte de espécimen pueda extraerse, o "recolectarse", después de la compleción de los niveles de irradiación deseados; (vii) permite que se extraiga el espécimen recolectado a través del dispositivo selector de diez trayectorias donde el pestillo de soporte de espécimen al cable de accionamiento se libera al reducir la presión de fluido neumático aplicada, y luego se inserta a través de la posición de selector de trayectoria inferior que permite la inserción del soporte de espécimen
35 hasta que sea capturado por un dispositivo diseñado para enrollar el soporte de espécimen con la carga útil de espécimen, para ajustarse dentro del compartimento de carga útil de un envase de transferencia de material radiactivo usado para el transporte del espécimen a una instalación de procesamiento; (viii) permite que se posicione el cable de soporte de espécimen como se describe en la etapa 4, anterior, y repetir las etapas 1 hasta 5 según se desee; y (ix) permite que se repitan las etapas 1 hasta 8 según se desee.

55 Aunque se han descrito en detalle realizaciones específicas de la invención, se apreciará por los expertos en la técnica que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas a esos detalles a la luz de las enseñanzas globales de la divulgación. Por consiguiente, las realizaciones particulares divulgadas están previstas para ser solamente ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance de la invención que se define mediante las reivindicaciones anexas.

60

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de manipulación de objetivos de irradiación que tiene un ensamblaje de cable de producción de isótopos que comprende:

5 un cable de accionamiento de soporte de objetivo (36) construido para ser compatible con conductos de un sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente que transporta detectores en núcleo desde una unidad de accionamiento de detector (24) hacia y a través de casquillos de instrumentos dentro de un núcleo de reactor, teniendo el cable de accionamiento de soporte de objetivo (36) uno controlado remotamente de un acoplamiento macho o hembra (58, 60) en un extremo delantero del cable de accionamiento (36);

15 una unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo (34) separada e independiente de la unidad de accionamiento de detector (24) en el sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente y configurada para accionar el cable de accionamiento de soporte de objetivo (36) dentro y fuera del núcleo, en donde la unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo (34) está estructurada para accionar el cable de accionamiento de soporte de objetivo (36) dentro y a través de los conductos, un primer selector de trayectorias múltiples (28) y un segundo selector de trayectorias múltiples (30) en el sistema de detector en núcleo móvil de reactor nuclear existente;

20 un soporte de objetivo de espécimen (48) que tiene otro del acoplamiento macho o hembra (58, 60) en un extremo posterior del soporte de objetivo de espécimen (48) con el otro del acoplamiento macho o hembra (58, 60) configurado para emparejarse con el del acoplamiento macho o hembra (58,60) en el extremo delantero del cable de accionamiento de soporte de objetivo (36);

25 caracterizado por

un tercer selector de trayectorias múltiples (40) estructurado para recibir una entrada desde una trayectoria de salida en el segundo selector de trayectorias múltiples (30) y proporcionar una primera salida a una nueva ubicación de unión de espécimen, una segunda salida a una ubicación de descarga de espécimen irradiado y una tercera salida al núcleo.

30 2. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 1 en donde el soporte de objetivo de espécimen (48) tiene una proyección radial que se extiende desde o a través de una pared exterior del soporte de objetivo de espécimen (48) en contacto con una pared interior de un casquillo de instrumento en el núcleo de reactor, en el cual el soporte de objetivo de espécimen (48) es accionado por el cable de accionamiento de soporte de objetivo (36), que mantiene una posición axial del soporte de espécimen (48) dentro del casquillo de instrumento, cuando el soporte de espécimen (48) se separa del cable de accionamiento (36).

35 3. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 2 en donde el uno del acoplamiento macho o hembra (58, 60) está configurado para mover la proyección radial lejos de la pared interior del casquillo de instrumento cuando se acopla al otro del acoplamiento macho o hembra (58, 60) en el soporte de objetivo de espécimen (48).

40 4. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 1 que incluye un dispositivo de posicionamiento axial unido al soporte de objetivo de espécimen (48) para determinar cuándo el soporte de objetivo de espécimen (48) alcanza una posición axial preseleccionada dentro de un casquillo de instrumento dentro del núcleo, que el soporte de objetivo de espécimen (48) es introducido por el cable de accionamiento (36).

45 5. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 4 en donde los casquillos de instrumento tienen un extremo superior cerrado y un extremo delantero del soporte de objetivo de espécimen (48) tiene una proyección axial que está dimensionada para entrar en contacto con un interior del extremo superior cerrado del casquillo de instrumento en el cual se acciona el soporte de objetivo de espécimen (48).

50 6. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 5 en donde la longitud de la proyección axial es un cable que tiene una longitud ajustable.

55 7. El sistema de manipulación de objetivos de irradiación de la Reivindicación 1 en donde el cable de accionamiento de soporte de objetivo (36) ingresa a los conductos a través de una conexión en "Y" con una pata de la "Y" conectada a la unidad de motor de accionamiento de cable de accionamiento de soporte de objetivo (34) y una segunda pata de la "Y" conectada a la unidad de accionamiento de detector (24).

60

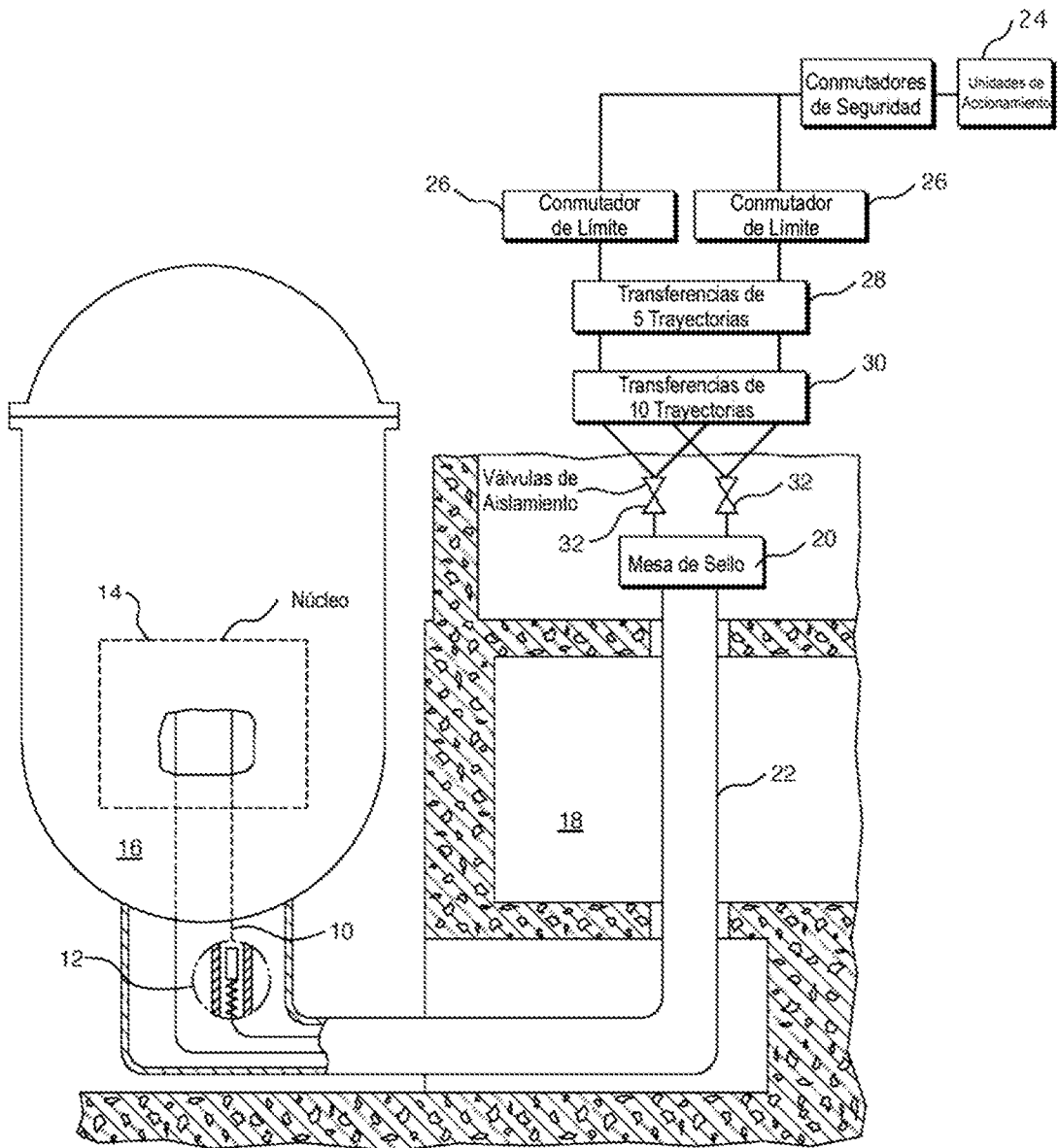


FIG. 1 (TÉCNICA ANTERIOR)

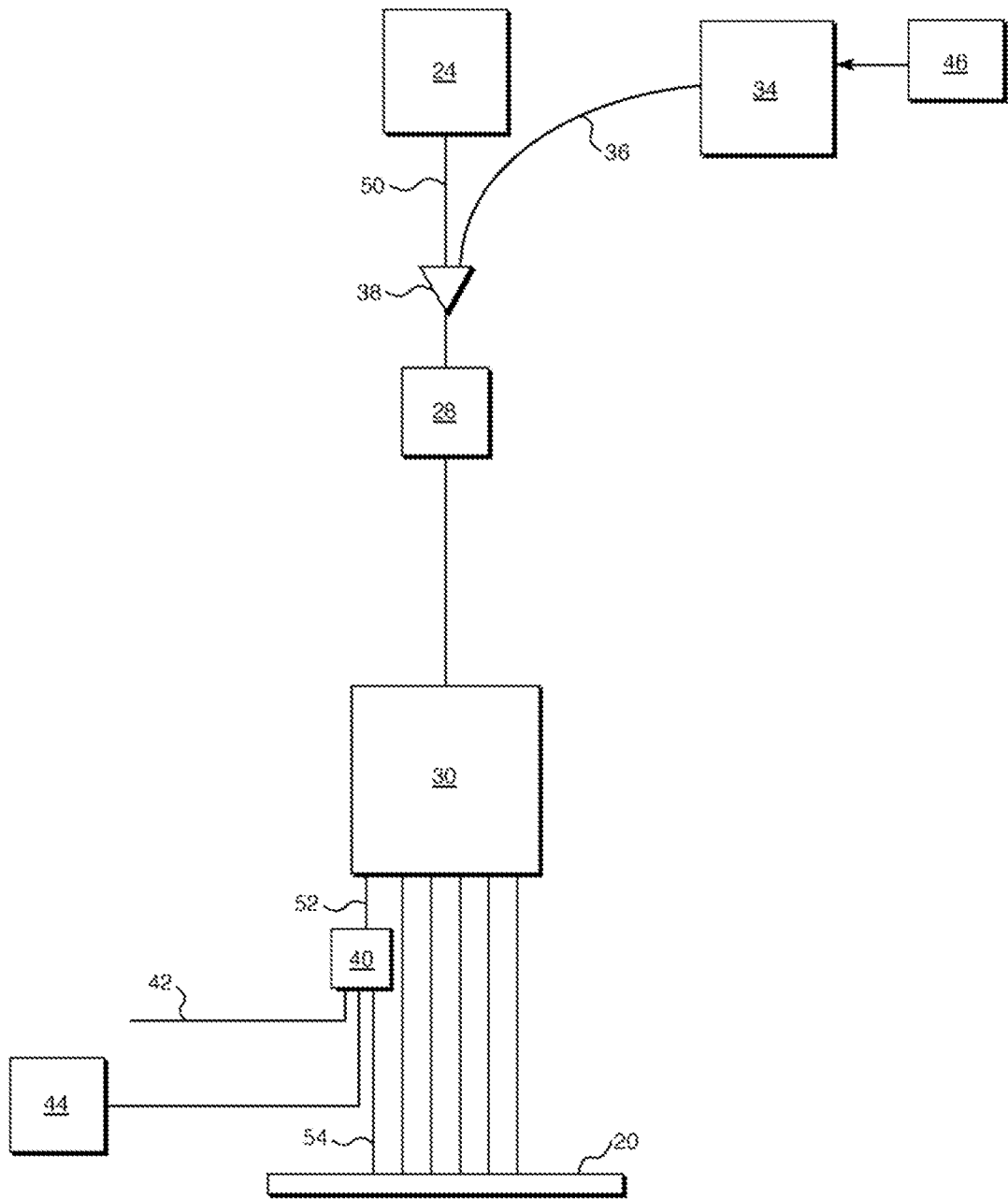


FIG. 2

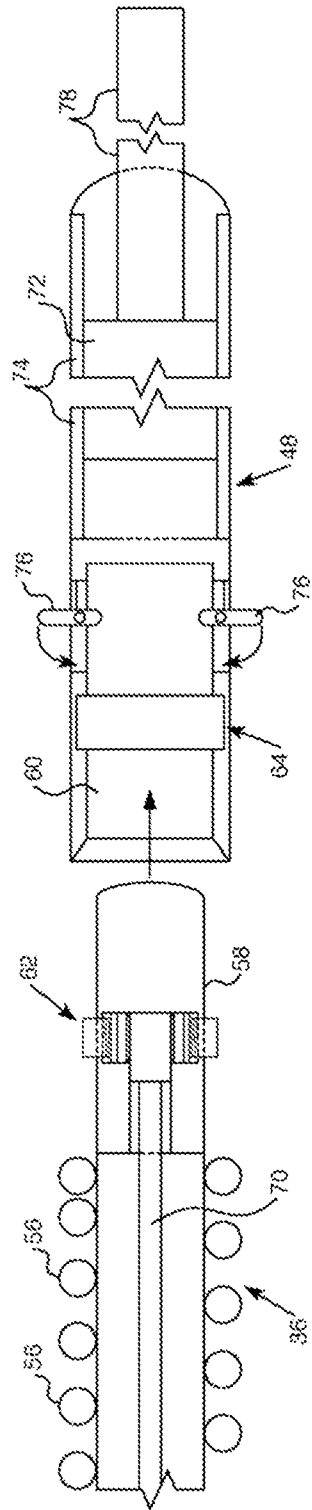


FIG. 3

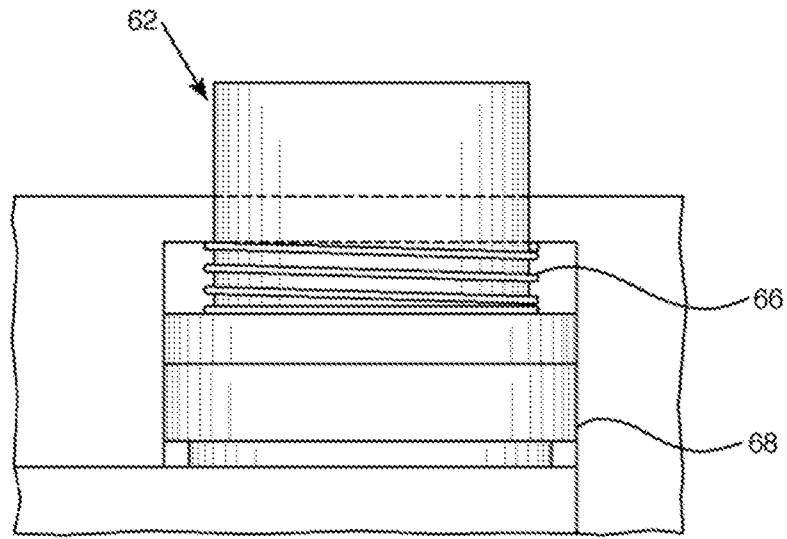


FIG. 3A

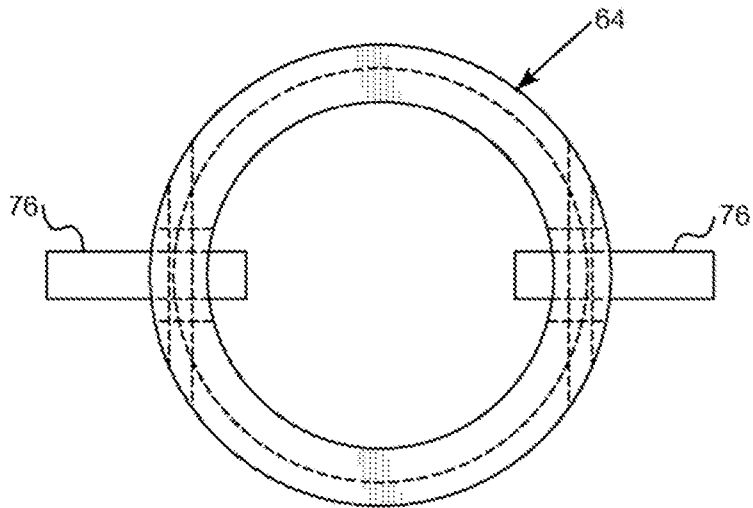


FIG. 3B