

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 683 080**

51 Int. Cl.:

**G21G 1/02** (2006.01)

**G21C 19/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2013 PCT/US2013/066521**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2014 WO14109809**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2013 E 13852364 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2929542**

54 Título: **Sistemas para gestionar blancos de instrumentación e irradiación de trayecto compartido en un reactor nuclear**

30 Prioridad:

**10.12.2012 US 201213709524**

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

**24.09.2018**

73 Titular/es:

**GE-HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS LLC  
(100.0%)**

**3901 Castle Hayne Road  
Wilmington, NC 28401, US**

72 Inventor/es:

**HEINOLD, MARK H.;  
RUNKLE, GARY A.;  
BERGER, JOHN F. y  
LOPER, MILTON H.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 683 080 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**

Sistemas para gestionar blancos de instrumentación e irradiación de trayecto compartido en un reactor nuclear

**Declaración de prioridad**

La presente solicitud reivindica la prioridad derivada de la solicitud 13/477,244 depositada el 22 de mayo de 2012.

**5 Soporte gubernamental**

La presente invención se elaboró con soporte gubernamental con arreglo al contrato número DE-FC52-09NA29626, otorgada por el Ministerio de Energía de los EE.UU. El gobierno ostenta en la invención determinados derechos.

**Antecedentes**

10 Determinados elementos, y sus isótopos específicos, pueden formarse mediante el bombardeo de materiales de base con la radiación apropiada para provocar una conversión en los isótopos deseados derivados. Por ejemplo, pueden formarse metales preciosos y / o radioisótopos por medio de dicho bombardero. Tradicionalmente, los aceleradores de partículas o los reactores de pruebas específicamente diseñados, no comerciales, son utilizados para conseguir dicho bombardero y producir los isótopos deseados en cantidades relativamente pequeñas.

15 Los radioisótopos presentan una diversidad de aplicaciones médicas e industriales que surgen de su capacidad para emitir cantidades y tipos discretos de irradiación ionizante y formar productos derivados útiles. Por ejemplo, los radioisótopos son de utilidad en la terapia relacionada con el cáncer, la tecnología de formación de imágenes médicas y de marcaje, el diagnóstico del cáncer y de otras enfermedades y la esterilización médica.

20 Los radioisótopos con medias vidas del orden de días u horas tradicionalmente se han elaborado mediante el bombardeo de isótopos de base estables en aceleradores o en reactores sin generación de electricidad, de baja potencia. Estos aceleradores o reactores se sitúan sobre el terreno en instalaciones médicas o industriales o en instalaciones de producción próximas. Específicamente, los isótopos de vida corta deben ser rápidamente transportados debido al tiempo de desintegración relativamente rápida y a las exactas cantidades de radioisótopos requeridas en aplicaciones concretas. Además, la producción sobre el terreno de radioisótopos generalmente requiere unos equipos de irradiación y extracción voluminosos y costosos, lo que se traduce en instalaciones finales prohibitivas desde el punto de vista del coste, el espacio, y / o la seguridad.

**Sumario**

30 Formas de realización ejemplares incluyen unos sistemas para permitir el acceso a los elementos internos de los reactores nucleares entre múltiples sistemas, como por ejemplo los sistemas de carga / descarga de los blancos de irradiación, los sistemas de instrumentación y otros sistemas externos que pueden requerir el acceso al reactor durante las operaciones o los periodos de tiempo de inaccesibilidad general. Los sistemas ejemplares permiten unas vías de penetración desde puntos accesibles, exteriores. Sistemas ejemplares permiten también que los usuarios y los operarios autoricen / desautoricen de manera selectiva dicho acceso entre diversos sistemas. Por ejemplo, un sistema de una forma de realización ejemplar puede utilizar cualquier tipo de mecanismo de selección para conectar solo unos sistemas deseados dentro de la vía de penetración que accede al reactor, al tiempo que bloquean otros sistemas a partir del mismo acceso. Dicha gestión selectiva de acceso puede permitir múltiples usos simultáneos del reactor nuclear y de las vías de penetración entre diferentes sistemas y funciones. Por ejemplo, la instalación de la instrumentación y la medición de los tubos de instrumentación pueden llevarse a cabo de manera simultánea con la irradiación de los blancos de irradiación en un núcleo del reactor, cuando dichos blancos son susceptibles de instalación por separado y susceptibles de ser recogidos a través de un mecanismo de selección. Dicha gestión puede reducir o impedir las interferencias entre los múltiples sistemas y usos, asegurando al tiempo que se reduzca o impida el acceso perjudicial a un reactor nuclear durante los periodos de tiempo de acceso limitado.

**Breve descripción de los dibujos**

45 Formas de realización ejemplares se pondrán de manifiesto con mayor claridad mediante la descripción, con detalle, de los dibujos adjuntos, en los que los mismos elementos están representados por las mismas referencias numerales, las cuales se ofrecen únicamente a modo de ilustración y por tanto no limitan los términos que representan.

La FIG. 1 es una ilustración de un reactor nuclear comercial convencional.

La FIG. 2 es una ilustración de un sistema de blancos de irradiación de una forma de realización ejemplar con un selector del sistema en una configuración de carga de los blancos.

50 La FIG. 3 es una ilustración de un selector de sistema de una forma de realización ejemplar.

Las FIGS. 4a y 4b, son ilustraciones de un selector de sistema de una forma de realización ejemplar en diversas configuraciones.

La FIG. 5 es una ilustración de un reactor de sistema de una forma de realización ejemplar.

### **Descripción detallada**

Este es un documento de patente, y las normas generales amplias debe aplicarse una vez realizadas su lectura y comprensión. Todos los aspectos descritos y mostrados en el presente documento constituyen un ejemplo de una materia objeto que queda incluida en el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Cualquier detalle estructural y funcional divulgado en la presente memoria tiene únicamente por finalidad describir la forma de elaborar y utilizar las formas de realización ejemplares. Diversas formas de realización diferentes que no se divulgan de manera específica en la presente memoria se incluyen en el alcance de las reivindicaciones adjuntas; en cuanto tales, las reivindicaciones pueden materializarse en muchas formas alternativas y no deben considerarse como limitadas a únicamente a las formas de realización ejemplares relacionadas en la presente memoria.

Se debe entender que, aunque los términos primero, segundo, etc., pueden ser utilizados en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben quedar limitados por estos términos. Estos términos se utilizan solo para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo un primer elemento podría ser designado como un segundo elemento y, de modo similar, un segundo elemento puede ser considerado como un primer elemento, sin apartarse del alcance de las formas de realización ejemplares. Según se utiliza en la presente memoria el término "y / o" incluye cualquier y toda combinación de uno o más de los elementos relacionados asociados.

Se debe entender que cuando un elemento es designado en una relación espacial o física, como "conectado", "acoplado", "ajustado", "sujeto" o "fijado" a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o puede haber elementos intermedios. Por el contrario, cuando un elemento es designado como "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, por ejemplo, no hay elementos intermedios. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben interpretarse de forma similar (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.). De modo similar, un término tal como "comunicativamente conectado" incluye todas las variaciones de la información de las rutas de cambio entre dos dispositivos, incluyendo dispositivos intermedios, redes, etc., conectados de forma inalámbrica o por cable.

Según se utiliza en la presente memoria, la forma singular "un", "uno/a", y "el / la" están destinados a incluir tanto las formas singulares como las plurales, a menos que el concepto se derive explícitamente lo contrario con palabras tales como "solo", "único", y / o "uno/a". Así mismo, debe entenderse que términos tales como "presentar", "que presenta", "comprende", "que comprende", "incluye", y / o "que incluye", utilizadas en la presente memoria, especifican la presencia de características, etapas, operaciones, elementos, ideas y / o componentes declarados, pero ellos mismos no precluyen la presencia o adición de una o más características, etapas, operaciones, elementos, componentes, ideas y / o grupos de estas diferentes.

Debe así mismo destacarse que las estructuras y operaciones analizadas en las líneas que siguen puedan aparecer fuera del orden descrito y / o designado en las figuras. Por ejemplo, dos operaciones y / o figuras mostradas en su sección pueden ser ejecutadas de manera simultánea o pueden ser algunas veces ser ejecutadas en orden inverso, dependiendo de la funcionalidad / actos implicados. De modo similar, las operaciones individuales incluidas en los procedimientos ejemplares descritos en las líneas que siguen pueden ser ejecutados de manera repetitiva, individual o secuencialmente para proporcionar un bucle u otra serie de operaciones aparte de las operaciones singulares descritas más adelante. Debe partirse de la base de cualquier forma de realización presente las características y la funcionalidad descritas más adelante, en cualquier combinación operativa, queda incluida en el alcance de las formas de realización ejemplares.

La FIG. 1 es una ilustración de una vasija a presión 10 de un reactor nuclear utilizable con las formas de realización ejemplares y los procedimientos ejemplares. La vasija 10 de presión del reactor puede ser, por ejemplo, un reactor nuclear que puede ser, por ejemplo, un reactor nuclear de agua ordinaria comercial 100+ MWe tradicionalmente utilizado para la generación de electricidad en todo el mundo. La vasija 10 de presión del reactor está tradicionalmente contenido dentro de una barrera 411 de acceso que sirve para confinar la radioactividad en el caso de un accidente e impedir el acceso al reactor 10 durante la operación del reactor 10. Según se define en la presente memoria, una barrera de acceso es cualquier estructura que impide el acceso humano a un área durante la operación del reactor nuclear debido a los riesgos relacionados con la seguridad y las operaciones, por ejemplo la radiación. La barrera 411 de acceso, propiamente hablando puede ser un edificio de confinamiento cerrado herméticamente e inaccesible durante la operación del reactor, una pared de un pozo seco que rodee un área alrededor del reactor, una pared de un escudo del reactor, una barrera de desplazamiento humano que impida el acceso al tubo 50 de instrumentación, etc.

Una cavidad por debajo de la vasija 10 del reactor, conocida como pozo seco 20, sirve para alojar el equipo de mantenimiento de la vasija como por ejemplo bombas, drenajes, tubos de instrumentación y / o mecanismos de arrastre de las barreras de control. Como se muestra en la FIG. 1 y como se define en la presente memoria, al menos un tubo 50 de instrumentación se extiende por dentro de la vasija 10 y cerca, o por dentro de, o través del núcleo 15 que contiene el combustible nuclear y unos niveles de flujo de neutrones relativamente elevados y otra radiación durante la operación del núcleo 15. En los reactores de energía nuclear convencionales existentes y según

se definen en la presente memoria, los tubos 50 de instrumentación están encerrados dentro de la vasija 10 y abiertos al exterior de la vasija 10 permitiendo el acceso espacial a posiciones próximas al núcleo 15 desde la vasija 10 exterior estando al mismo tiempo físicamente separados de los elementos interiores del reactor y del núcleo mediante el tubo 50 de instrumentación. Los tubos 50 de instrumentación pueden ser genéricamente cilíndricos y pueden ensancharse con la altura de la vasija 10; sin embargo, pueden encontrarse en la industria otras geometrías de tubos de instrumentación. Un tubo 50 de instrumentación puede tener un diámetro interior de aproximadamente de 2,54 a 1,27 cm, por ejemplo.

Los tubos 50 de instrumentación pueden terminar por debajo de la vasija 10 del reactor en un pozo seco 20. Convencionalmente, los tubos 50 de instrumentación pueden permitir que unos detectores de los neutrones u otros tipos de detectores sean insertados en su interior a través de una abertura dispuesta en el extremo inferior del pozo seco 20. Estos detectores pueden extenderse hacia arriba a través de los tubos 50 de instrumentación para monitorizar las condiciones del núcleo 15. Ejemplos de tipos de monitores convencionales incluyen los detectores de intervalo amplio (WRNM), monitores de intervalo de fuente (SRM), monitores de intervalo intermedio (IRM), y sondas de movimiento transversal incorporadas al núcleo (TIP). El acceso a los tubos 50 de instrumentación y a cualquier dispositivo de monitorización insertado en su interior tradicionalmente se restringe a interrupciones operativas debidas a riesgos de confinamiento y radiación.

Aunque la vasija 10 se ilustra con unos componentes que se encuentran en un Reactor de Agua en Ebullición, formas de realización y procedimientos ejemplares se utilizan con diversos tipos diferentes de reactores que incluyen los tubos 50 de instrumentación u otros tubos de acceso que se extienden por el interior del reactor. Por ejemplo, los Reactores de Agua a Presión, los Reactores de Agua Pesada, los Reactores Moderados con Grafito, etc., con un régimen de potencia inferior a 100 Megavatios eléctricos hasta Gigavatios eléctricos y con unos tubos de instrumentación en varias posiciones distintas de las mostradas en la FIG. 1 pueden ser utilizados con formas de realización ejemplares. Los tubos de instrumentación en cuanto tales, susceptibles de utilización en los procedimientos ejemplares pueden tener cualquier geometría alrededor del núcleo que permita un acceso encerrado al flujo del núcleo de diversos tipos de reactores.

Los solicitantes han advertido que los tubos 50 de instrumentación pueden ser utilizados para generar de una forma relativamente rápida y constante radioisótopos a largo plazo sobre una base a gran escala sin interferir con un núcleo 15 operativo o de reaprovisionamiento. Los solicitantes han así mismo advertido la necesidad de generar unos radioisótopos a corto plazo y eliminarlos rápidamente del interior de la barrera 411, sin tener que detener la operación de un reactor nuclear para acceder a un área dispuesta dentro de la barrera 411 de acceso. Procedimientos ejemplares incluyen la inserción de blancos de irradiación dentro de los tubos 50 de instrumentación y la exposición de los blancos de irradiación al núcleo 15 mientras está operando o produciendo la radiación. Exponiendo de esta manera los blancos de irradiación al flujo de neutrones y a otra radiación generalmente afrontada en el núcleo 15 operativo. El flujo del núcleo a lo largo del tiempo convierte una porción sustancial de los blancos de irradiación en una masa útil de radioisótopos, incluyendo radioisótopos a corto plazo utilizables en aplicaciones médicas. Los blancos de irradiación pueden entonces ser retirados de los tubos 50 de instrumentación incluso durante la operación en marcha del núcleo 15, y ser retirados para su uso médico y / o industrial.

Los solicitantes, así mismo, han advertido la necesidad de una cantidad potenciada al máximo de producción de radioisótopos dentro de los tubos 50 de instrumentación, pero así mismo han identificado que dicha necesidad está limitada por las vías relativamente escasas y sensibles a través de la barrera 411 de acceso durante la operación. Dichas vías a través de la barrera 411 de acceso pueden requerir su compatibilidad con la instrumentación existente, incluyendo las sondas TIP que son insertadas dentro de los tubos 50 de instrumentación durante los ciclos TIP. Formas de realización y procedimientos ejemplares dan respuesta a este problema permitiendo que los blancos 250 de irradiación sean insertados en y retirados de los tubos 50 de instrumentación a partir de un primer punto de acceso, permitiendo al tiempo de manera fiable que los tubos TIP sean insertados y retirados en otros casos de los tubos 50 de instrumentación a partir de un segundo punto de acceso. De esta manera, pueden conseguirse de manera segura múltiples operaciones y el uso de los tubos 50 de instrumentación en un entorno de acceso sensible como por ejemplo una planta de energía nuclear.

La FIG. 2 es un dibujo esquemático de un sistema 1000 de instalación y recuperación de blancos de irradiación de una forma de realización ejemplar que presenta una vía de penetración, un sistema de carga / descarga, y un sistema de accionamiento. La FIG. 2 ilustra diversos componentes del sistema 1000 ejemplar en una configuración de carga, partes de los cuales también se describen en la solicitud pendiente con la actual 13/339,345 titulada "Sistemas y Procedimientos para Procesar Blancos de Irradiación a Través de un Reactor Nuclear", depositada el 28 de diciembre de 2011. Como se muestra en la FIG. 2, el sistema 1000 de instalación y recuperación de blancos de irradiación de la forma de realización puede incluir o utilizar uno o más elementos para facilitar la carga de blancos de irradiación, y la recogida de una manera ajustada en el tiempo, automática y / o potenciadora del consumo. El sistema 1000 incluye una vía de penetración que proporciona un trayecto desde la barrera 411 de acceso exterior hasta el tubo 50 de instrumentación para uno o más blancos de irradiación, un sistema de carga / descarga que permite que se inserten nuevos o blancos de irradiación y blancos de irradiación destinados a ser recogidos en el exterior de la barrera 411 de acceso, y un sistema de accionamiento que desplaza los blancos de irradiación entre los tubos 50 de instrumentación y la carga / descarga del sistema 1000 de la forma de realización ejemplar.

Una vía de penetración en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar proporciona una vía de desplazamiento fiable para los blancos 250 de irradiación entre un emplazamiento accesible, por ejemplo un área de descarga o carga por fuera de la barrera 411 de acceso dentro de uno o más tubos 50 de instrumentación de manera que los blancos 250 de irradiación puedan desplazarse por dentro la vía hasta una posición dentro o cerca de un núcleo 15 operativo para la irradiación. Vías ejemplares pueden incluir muchos mecanismos de instalación utilizados solos o en combinación que incluyan tubos, bastidores, alambres, cadenas, transportadoras, etc. en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar para proporcionar un trayecto de tránsito para un blanco de irradiación entre un emplazamiento accesible y un núcleo operativo. Como un ejemplo específico mostrado en la FIG. 2, la vía de penetración puede incluir una tubuladura 1100 de penetración que incluye las referencias numerales 1100a y 1100b, que discurran entre o bien las porciones interiores o de forma continua, una juntura 1200 de carga y un tubo 50 de instrumentación dentro de un reactor nuclear.

La tubuladura 1100 de penetración puede ser flexible o rígida y estar calibrada para permitir de manera apropiada que los blancos 250 de irradiación entren en y / o a través de la tubuladura 1100 de penetración y naveguen por diversas estructuras y penetraciones de y dentro de la barrera 411 de acceso. La tubuladura 1100 de penetración puede estar cerrada herméticamente de forma continua o incluir unas aberturas, por ejemplo en unas juntas de conexión. La tubuladura 1100 de penetración puede conectarse con otros tubos y / o estructuras y / o incluir interrupciones. Una posible ventaja de la tubuladura 1100 de penetración es el acoplamiento hermético y seguro en las juntas y / o con los puntos terminales / originales, es que la tubuladura 1100 de penetración mantiene mejor la presión neumática que puede ser utilizada para la retirada de los blancos, y también puede proporcionar un confinamiento adicional para los blancos 250 de irradiación y para cualquier producto (gas, fluido, sólido, particulado, etc.) formado como producto de irradiación en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar.

La tubuladura 1100 de penetración puede ser fabricada a partir de un material que mantenga sus características físicas en un entorno de un reactor nuclear operativo y que no reaccione de manera significativa con o impliquen materiales procedentes de los blancos 250 de irradiación y su contacto con aquél, incluyendo, por ejemplo, aluminio, acero inoxidable, acero al carbono, aleaciones de níquel, PVC, PFA, caucho, etc. La tubuladura 1100 de penetración puede ser cilíndrica o tener cualquier otra forma que permita que los blancos 250 de irradiación entren por dentro y / o atraviesen la tubuladura 1100 de instrumentación. Por ejemplo, la tubuladura 1100 de penetración puede presentar una sección transversal generalmente circular con un diámetro de 2,54 a 1,27 cm y una superficie interior lisa que permita que el blanco 250 de irradiación esférico ruede por dentro de la tubuladura 1100 de penetración. Una ventaja potencial de utilizar dicha tubuladura 1100 de penetración ejemplar puede ser el acoplamiento aproximado de los diámetros y las geometrías con los tubos 50 de instrumentación para un desplazamiento constante de los blancos de irradiación en su interior; sin embargo, puede ser deseable e incluso ventajoso la utilización de geometrías, y calibres de la tubuladura 1100 de penetración alternativas o cualquier otra vía de penetración utilizada en formas de realización ejemplares.

La tubuladura 1100 de penetración utilizada en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar procura una ruta desde un origen en la juntura 1200 de carga, donde los blancos de irradiación pueden entrar / salir de la tubuladura 1100 de penetración en el exterior de la barrera 411 de acceso. Como se muestra en la FIG. 2, por ejemplo, la tubuladura 1100 de penetración conduce a los blancos 250 de irradiación desde la juntura 1200 de carga hasta la barrera 411 de acceso, la cual puede ser, por ejemplo, una pared de confinamiento de hormigón reforzado revestido de acero o una pared de un pozo seco o cualquier otra restricción de acceso en estaciones de energía nuclear convencionales.

Las vías de penetración utilizables en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar proporcionan una ruta a través de la barrera 411 de acceso y hasta la vasija 10 del reactor, donde los blancos 250 de irradiación pueden entrar en un tubo 50 de instrumentación. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2 la tubuladura 1100 de penetración penetra en la barrera 411 de acceso y se extiende hasta los tubos 50 de instrumentación. La tubuladura 1100 de penetración puede atravesar una penetración existente de la barrera 411 de acceso, como por ejemplo una penetración de un tubo TIP existente, o puede utilizar una nueva penetración creada para la tubuladura 1100 de penetración. La tubuladura 1100 de penetración negocia o atraviesa cualquier otro objeto situado dentro de la barrera 411 de acceso antes de alcanzar el tubo 50 de instrumentación.

Un pedestal 412 anular del reactor puede estar situado en un pozo seco 20 por debajo del reactor 10, y la tubuladura 1100 de penetración se muestra en la FIG. 2 atravesando una penetración del pedestal 412. Se entiende que las vías de penetración pueden discurrir por un número indeterminado de cursos diferentes y negociar diferentes obstáculos en diseños diferentes de reactores aparte de la vía ejemplar específica mostrada con la tubuladura 1100 de penetración de la FIG. 2. De modo similar, las vías de penetración no necesitan ser constantes o uniformes; por ejemplo, la tubuladura 1100 de penetración puede terminar en uno u otro lado y estar conectada a una penetración del pedestal 412 para permitir que los blancos 250 de irradiación atraviesen la penetración entre la tubuladura 1100 de penetración.

Las vías de penetración utilizables en el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar pueden terminar en o dentro de un tubo 50 de instrumentación. Como se muestra en la FIG. 2, la tubuladura 1100 de penetración termina en una brida 1110 dispuesta en una base del tubo 50 de instrumentación, permitiendo que los blancos 250 de irradiación pasen desde la tubuladura 1100 de penetración hasta el interior del tubo 50 de instrumentación. De modo

similar, la tubuladura 1100 de penetración puede unirse con un indizador que permita el acceso a varios tubos 50 de instrumentación a partir de una única penetración a través de la pared 411 del reactor y / o del pedestal 412. Dicho sistema se describe en la solicitud pendiente con la actual 13/477,244 titulada "Sistemas y Procedimientos para el Procesamiento de Blancos de Irradiación a través de Múltiples Tubos de Instrumentación en un Reactor Nuclear" depositada el 22 de mayo de 2012.

Las vías de penetración utilizables en las formas de realización ejemplares, pueden ser en parte preexistentes o en su totalidad y / o instaladas durante el acceso a las áreas de confinamiento y / o áreas de acceso restringido en una planta de energía nuclear, como por ejemplo durante una interrupción del servicio prevista de antemano. Por ejemplo, la tubuladura 1100 de penetración puede ser instalada en la barrera 411 de acceso durante una interrupción del servicio, atravesando la tubuladura 1100 de penetración las penetraciones de la barrera 411 de acceso y el pedestal 412, desplazada y asegurada en un área dispuesta dentro de la barrera 411 de acceso y en un espacio 20 de pozo seco por debajo del reactor 10, y asegurado a una brida 1110. Unas porciones de la tubuladura 1100 de penetración que se extienden por fuera de la barrera 411 de acceso pueden estar instaladas en la junta 1200 de carga, en cualquier momento. La tubuladura 1100 de penetración puede estar sujeta en diversos puntos dentro de la barrera 411 de acceso y / o desviarse alrededor del equipo existente para minimizar la congestión o aglutinación dentro del pozo seco 20 u otro espacio rodeado por la barrera 411 de acceso preservando al tiempo una vía atravesable para los blancos 250 de irradiación hacia y desde el tubo 50 de instrumentación. Una vez más, otras vías de penetración, incluyendo vías de alambre, mallas, compartimentos, túneles perforados, etc. pueden ser utilizados en formas de realización para conseguir una vía desde el exterior de un área de acceso restringido como por ejemplo un confinamiento con respecto a un tubo de instrumentación de un reactor nuclear operante.

El sistema 1000 puede ser de propósito doble a lo largo de todo el sistema y utilizado igualmente con un accionamiento TIP u otros componentes de reactor e instrumentación. O el sistema 100 puede estar exclusivamente dedicado a la producción de isótopos de la recogida con su propio mecanismo de accionamiento, vías, depósitos, etc. y excluir el uso de otra instrumentación o de un accionamiento TIP. O el sistema 1000 puede ser exclusivo en alguna parte y compartido por otros. Por ejemplo, por fuera del pedestal 412 y / o del pozo seco 20, el sistema 1000 de la forma de realización ejemplar puede ser dedicado a la producción y recogida de blancos de irradiación. Dentro del pedestal 42 y del pozo seco 20, el espacio puede ser escaso y la instalación de los nuevos componentes dedicados y / o el desplazamiento de otros componentes puede no ser deseable, de manera que el sistema 1000 ejemplar puede utilizar y compartir vías con los accionamientos e instrumentación TIP convencionales.

La funcionalidad doble compartida puede conseguirse de diversas maneras. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 2, dentro del pedestal 412, la vía 1100 de penetración puede ser una vía 1100b de penetración compartida utilizable para transportar tanto blancos 250 de irradiación como otros dispositivos convencionales incluyendo tipos TIP. Por fuera del pedestal 412 la vía de penetración puede ser una vía 1100a exclusiva utilizada solo para el transporte y recogida de los blancos 250 de irradiación. Un selector 630 del sistema es capaz de proveer de manera selectiva el acceso a al menos la vía 1100b de penetración compartida dentro del pedestal 412 entre diversos sistemas. Por ejemplo, la tubuladura 300 TIP existente y la vía 1100a exclusiva pueden ser conectadas de manera selectiva a la vía 1100b compartida a través del selector 630 del sistema. Por supuesto, pueden ser utilizados más de un selector 630 del sistema en el sistema 1000 ejemplar y / o el selector 630 del sistema puede ser utilizado en otros puntos exteriores al pedestal 412 para proporcionar acceso a las vías compartidas para múltiples existentes y / o nuevos sistemas.

El selector 630 del sistema puede proporcionar de manera selectiva el acceso a la vía 1100b de penetración compartida en cualquier momento deseado. Por ejemplo, se puede acceder a la vía 1100a exclusiva durante los periodos de tiempo de la inserción y / o retirada de los blancos de irradiación, al tiempo que la tubuladura 300 TIP puede obtener el acceso durante los ciclos TIP estándar mientras que los blancos 250 de irradiación no están utilizando la vía 1100b compartida, por ejemplo cuando los blancos 250 de irradiación son recogidos o son retenidos dentro de unos tubos 50 de instrumentación concretos. De esta manera, se puede llevar a cabo la irradiación simultánea de los blancos de irradiación y de los ciclos TIP para múltiples tubos de instrumentación. El selector 630 del sistema puede ser operado manualmente, por control remoto y / o de forma automática, en base a los cuadros temporales y / o a las condiciones detectadas de la planta, por ejemplo. De modo similar, el selector 630 del sistema puede ser utilizado con unos mecanismos de retención y otros sistemas de la solicitud pendiente con la actual "Sistemas y Procedimientos para Retener y Retirar Blancos de Irradiación en un Reactor Nuclear", de Runkle et al., depositada con la presente con arreglo al expediente de abogado 5.0020.1 (24IG259330). El selector 630 del sistema puede además ser utilizado en los sistemas descritos en la solicitud 13/447,244 en la brida 1100 para sustituir y / o ser utilizado en diversos mecanismos descritos en la presente memoria para seleccionar sistemas.

La FIG. 3 es una ilustración de una sección transversal de un selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar. Como se muestra en la FIG. 3, el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar incluye un bloque 633 de selección acoplado a al menos un motor 634. El bloque 633 de selección proporciona diversas diferentes vías, dependiendo de su posición. Por ejemplo, el bloque 633 de selección puede incluir dos vías 631 y 632 distintas con unas aberturas verticalmente separadas unas de otras. Una vía 632 distinta más elevada puede conectar con una vía 1100a exclusiva que da servicio a los componentes de un sistema de carga y recogida de blancos de irradiación, mientras que una vía 631 distinta inferior puede conectarse con un tubo 300 TIP que da servicio a unos accionadores TIP convencionales y a unos sensores o a otra instrumentación. En base al

posicionamiento vertical del bloque 633 de selección, solo una de las vías 631 y 632 pueden alinearse con, y desembocar en, la vía 1100b compartida dirigida hacia el tubo 50 de instrumentación (FIG. 2). Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 3, solo la vía 631 distinta inferior se une a la vía 1100b compartida, de manera que solo el tubo 300 TIP y el instrumental dispuesto en su interior puede acceder a la vía 1100b compartida y a un tubo de instrumentación, mientras que la vía 1100a exclusiva y los blancos de instrumentación que se desplazan a través de aquellas están bloqueados por la vía 1100b compartida. El movimiento vertical del bloque 633 de selección puede invertir esta funcionalidad.

El bloque 633 de selección puede ser fabricado en una pluralidad de materiales que sean compatibles con un entorno de reactor nuclear operativo y el transporte de radioisótopos y de instrumentación. Por ejemplo, pueden utilizarse aleaciones de aluminio o de acero inoxidable en el bloque 633 de selección, como pueden ser materiales plásticos o cerámicos de gran calidad. Las vías 632 y 631 distintas pueden formarse a partir de o con los mismos materiales y presentar unas superficies interiores continuas y relativamente lisas y una forma que coincida con la instrumentación anticipada y con los blancos 250 de irradiación, para proporcionar un paso sin interrupciones a través de las vía 631 y 621 sin un arrastre o rozamiento del material significativo. Aunque los blancos 250 de irradiación se muestran como esferas en algunos sistemas de la forma de realización ejemplar, se entiende que las vías 632 y / o 631 pueden estar conformadas y calibradas para adaptarse a una pluralidad de formas y configuraciones tanto de los blancos de irradiación como de la instrumentación, incluyendo formas prismáticas, obloides, alambres, cadenas, etc.

El selector 630 de la forma de realización ejemplar puede unir el bloque 633 de selección a los motores 634 por medio de un pistón 635 cerrado herméticamente y un cigüeñal 638 que puede incluir unos surcos que engranen con un engranaje del motor 634 o por medio de cualquier otra disposición energizada. Por ejemplo, el motor 634 puede estar calibrado y enchavetado con el cigüeñal 638 de manera que una exacta media rotación del motor 634 desplace el bloque 633 de selección hasta la distancia requerida para alternar entre las vías 632 y 631 mejorando la fiabilidad y la predictibilidad de la posición del bloque 633 de selección. El selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar puede además incluir uno o más conmutadores eléctricos y un accionador 636 para procurar un control apropiado al motor 634. Por ejemplo, los conmutadores y el accionador 636 pueden estar regulados para proporcionar la exacta rotación del motor 634 para el desplazamiento fiable del bloque 633 de selección y / o el accionador 636 puede ser programado para el desplazamiento temporal de manera apropiada del bloque 633 de selección en las distancias deseadas. De esta manera, el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar puede ser una unidad operativa autosostenida, con unas características operativas automantenidas y de seguridad contra averías estándar. Por supuesto, también pueden disponerse comunicaciones por control remoto desde una sala de control u otro operador exterior con el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar a través de cualquier conexión comunicativa de manera que un usuario a distancia pueda dictar la dirección de actuación y desplazamiento del bloque 633 de selección por medio de una señalización apropiada y / o de manera que el selector 630 del sistema pueda suministrar una retroalimentación a los usuarios como su estado, posición, errores, etc.

Las FIGS. 4a y 4b son vistas laterales del selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar que muestran dos diferentes configuraciones del bloque 633 de selección. En la FIG. 4a, el pistón 635 y el bloque 633 de selección han sido bajados de manera que solo la vía 632 superior distinta conecta con la vía 1100b de penetración compartida y tiene acceso a un tubo de instrumentación conectado a aquella. En esta configuración, se puede formar una vía 1100 de penetración completa entre las referencias numerales 1100a y 1100b y proporcionar la carga y / o la recogida de objetivos de irradiación desde / hacia los tubos de instrumentación y los sistemas de carga / recogida. En esta configuración, la vía 631 distinta no conecta con la vía 1100b de penetración compartida y puede quedar bloqueada en esta configuración. Como alternativa, el tubo 300 TIP puede no conectar con la vía 631 diferenciada inferior en la configuración de la FIG. 4a, para impedir con mayor precisión y / o bloquear cualquier instrumentación TIP incluso entrando en el bloque 633 de selección. En la FIG. 4b, el pistón 635 y el bloque 633 de selección han sido elevados de manera que solo la vía 631 diferenciada inferior conecta con la vía 1100b de penetración compartida y tiene acceso a un tubo de instrumentación conectado a la misma. En esta configuración, una vía de penetración completa se puede formar entre el tubo 300 TIP y la vía 1100b de penetración compartida y permitir el acceso del TIP o de otra instrumentación desde / hacia los tubos de instrumentación sin interacción con los blancos de irradiación y los sistemas de recogida / carga para dichos sistemas. En dicha configuración, la vía 632 superior diferenciada no conecta con la vía 1100b de penetración compartida y puede quedar bloqueada en esta configuración. Como alternativa, la vía 1100a de penetración de los blancos de irradiación puede no conectar con la vía 632 superior diferenciada en la configuración de la FIG. 4a, para impedir con mayor energía y / o bloquear cualquier tipo de blancos de irradiación para que ni siquiera lleguen a entrar en el bloque 633 de selección.

La FIG. 5 es una ilustración de un selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar que incluye un bastidor 639 exterior que puede recibir y alinear las diversas entradas y salidas 1100a, 1100b, 300 con unas posiciones específicas del bloque 633 de selección (FIG. 3) y unas vías 631 y 632 diferenciadas en su interior (FIG. 3). Fuera del bastidor 639 puede también servir para bloquear terminalmente las vías que no estén selectivamente alineadas por el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar. De esta manera, solo un sistema único puede alcanzar en último término el acceso a la vía 1100b de penetración compartida y al (los) tubo(s) 50 de instrucción (FIG. 2), conectado(s) a ellas. Así mismo, se puede impedir que los sistemas no alineados accedan o bloqueen o provoquen un funcionamiento incorrecto en, el selector 630 del sistema de la forma de realización

ejemplar debido a la naturaleza bloqueante del bastidor 639 exterior. Se entiende también que diversas entradas y salidas entre sistemas que interactúan con el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar pueden tener cualquier posición u orientación; por ejemplo, en la FIG. 5, el tubo 300 TIP y la vía 1100a de penetración exclusiva están en una posición vertical opuesta a partir del ejemplo de las FIGS. 3 - 5.

- 5 Aunque el selector 630 del sistema de la forma de realización ejemplar se muestra con una función de discriminación vertical en el bloque 633 de selección, se entiende que el desplazamiento horizontal o en otro ángulo, el accionamiento, y el posicionamiento del bloque 633 de selección, con respecto a las vías de penetración o a los motores de accionamiento, pueden ser utilizados en formas de realización ejemplares. Por ejemplo, los motores 634 pueden accionar el cigüeñal 638, el pistón 635 y el bloque 633 de selección horizontalmente para seleccionar entre dos o más vías 631 / 632 diferenciadas que pueden situarse lado con lado dentro del bloque 633 de selección. Así mismo, se entiende que más de dos vías diferenciadas pueden disponerse mediante un único bloque 633 de penetración compartida para adaptarse a diversas actividades diferenciadas y acceder a las necesidades de los tubos 50 de instrumentación (FIG. 2), bloqueando al mismo tiempo diversas otras vías inactivas.
- 10
- 15 Aún más, se entiende que pueden utilizarse otras configuraciones para el selector 630 del sistema como formas de realización ejemplares del sistema 1000. Por ejemplo, se puede utilizar un tubo en Y rotatorio para diferenciar entre diversos sistemas que requieran un acceso a los tubos de instrumentación en momentos diferentes. O, por ejemplo, el selector 630 del sistema puede utilizar una tabla giratoria que rote en lugar de utilizar un desplazamiento vertical u horizontal. Aún más, el selector 630 del sistema puede utilizar una diversidad de desviadores, seleccionadores, exposiciones de puerta y enrutadores conocidos que pueden utilizarse en entornos de reactores nucleares para discriminar entre múltiples sistemas de acceso compartido.
- 20

Después de describir formas de realización y procedimientos ejemplares, se apreciará por parte del experto en la materia que las formas de realización ejemplares pueden modificarse y sustituirse por medio de experimentación rutinaria incluyéndose al tiempo el alcance de las reivindicaciones subsecuentes. Por ejemplo, los tipos y emplazamientos de los seleccionadores del sistema que habilitan diversas vías de penetración o no está limitados a los sistemas específicos mostrados y descritos en las figuras - pudiendo igualmente utilizarse otros dispositivos y sistemas específicos para seleccionar de manera fiable una vía de acceso al equipo al interior del área de acceso restringido de una extracción de energía nuclear y al tubo de instrumentación, como formas de realización ejemplares y que se incluyen dentro del alcance de las reivindicaciones. Así mismo, se entiende que los sistemas y procedimientos ejemplares pueden ser utilizados en cualquier tipo de planta nuclear con barrera de acceso que impida un acceso ilimitado al reactor, incluyendo diseños de reactores de agua corriente conocidos, reactores moderados por grafito y / o reactores de sal fundida así como cualquier otro diseño de planta nuclear. Dichas variantes no deben ser consideradas como desviadas del alcance de las reivindicaciones subsecuentes.

25

30

35

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un sistema (1000) de gestión de blancos de irradiación y de acceso de instrumentación en un reactor nuclear (10), comprendiendo el sistema:
- 5 un reactor nuclear, una vía (1100) de penetración que conecta un punto de origen situado por fuera de una barrera (411) de acceso del reactor nuclear con un tubo (50) de instrumentación que se extiende por dentro del reactor nuclear en el interior de la barrera de acceso, en el que la vía de penetración puede ser atravesada por al menos un blanco (250) de irradiación y la instrumentación hacia el tubo de instrumentación, en el que la vía de penetración incluye,
- 10 una vía entre al menos una vía (300) de instrumentación y al menos una vía (1100a) de blancos de irradiación diferentes de la vía (300) de instrumentación, y al menos una vía (1100b) compartida; y **caracterizado por** un selector (630) en el interior de la barrera de acceso estando el selector (630) configurado para conectar solo una entre la vía (300) de instrumentación y la vía (1100a) de irradiación con la vía (1100b) compartida para formar la vía de penetración.
- 2.- El sistema (1000) de la reivindicación 1, en el que,
- 15 la vía (1100a) de blancos de irradiación conecta con un sistema de carga / descarga de blancos de irradiación, y la vía (300) de instrumentación conecta con un sistema TIP.
- 3.- El sistema (1000) de la reivindicación 1, en el que el selector (630) está situado en un pedestal del reactor nuclear (10).
- 20 4.- El sistema (1000) de la reivindicación 3, en el que la vía (1100b) compartida conecta el selector (630) con el tubo (50) de instrumentación y se extiende enteramente dentro del pedestal y en el que la vía (1100a) de blancos de irradiación y la vía (300) de instrumentación se extiende enteramente por fuera del pedestal.
- 5.- El sistema (1000) de la reivindicación 1, en el que la barrera (411) de acceso es un edificio de confinamiento del reactor nuclear.
- 6.- El sistema (1000) de la reivindicación 1, que comprende además:
- 25 al menos un blanco de irradiación móvil dentro de la vía (1100a) de blancos de irradiación y la vía (1100b) compartida.
- 7.- El sistema (1000) de la reivindicación 6, en el que,
- el al menos un blanco (250) de irradiación son una pluralidad de blancos de irradiación, y la pluralidad de blancos de irradiación son esféricos.
- 30 8.- El sistema (1000) de la reivindicación 7, en el que,
- la vía (1100a) de blancos de irradiación y la vía (1100b) compartida son tubuladuras que conectan continuamente un sistema de carga / descarga de blancos de irradiación y del tubo de instrumentación por medio del selector y la tubuladura está calibrada para permitir que la pluralidad de blancos de irradiación ruede por dentro de la tubuladura.
- 35 9.- El sistema (1000) de la reivindicación 1, en el que el selector (630) incluye una primera vía de selección configurada para conectar solo con la vía de instrumentación, y una segunda vía de selección distinta de la primera vía de selección y configurada para conectar solo con la vía de blancos de irradiación.
- 40 10.- El sistema (1000) de la reivindicación 9, en el que el selector (630) incluye además un bloque móvil que contiene las primera y segunda vías de selección, y en el que solo una de las primera y segunda vías de selección conecta con la vía compartida en base a una posición del bloque móvil.
- 11.- El sistema (1000) de la reivindicación 10, en el que el selector (630) incluye además al menos un motor y un pistón que conecta el bloque móvil con el motor, y en el que el motor está configurado para rotar así como para desplazar el bloque móvil a la posición .
- 45 12.- El sistema (1000) de la reivindicación 10, en el que el selector (630) incluye además un bastidor exterior configurado para bloquear al menos una vía entre las primera y segunda vías de selección que está conectada con la vía compartida.

**FIG. 1**  
TÉCNICA CONVENCIONAL

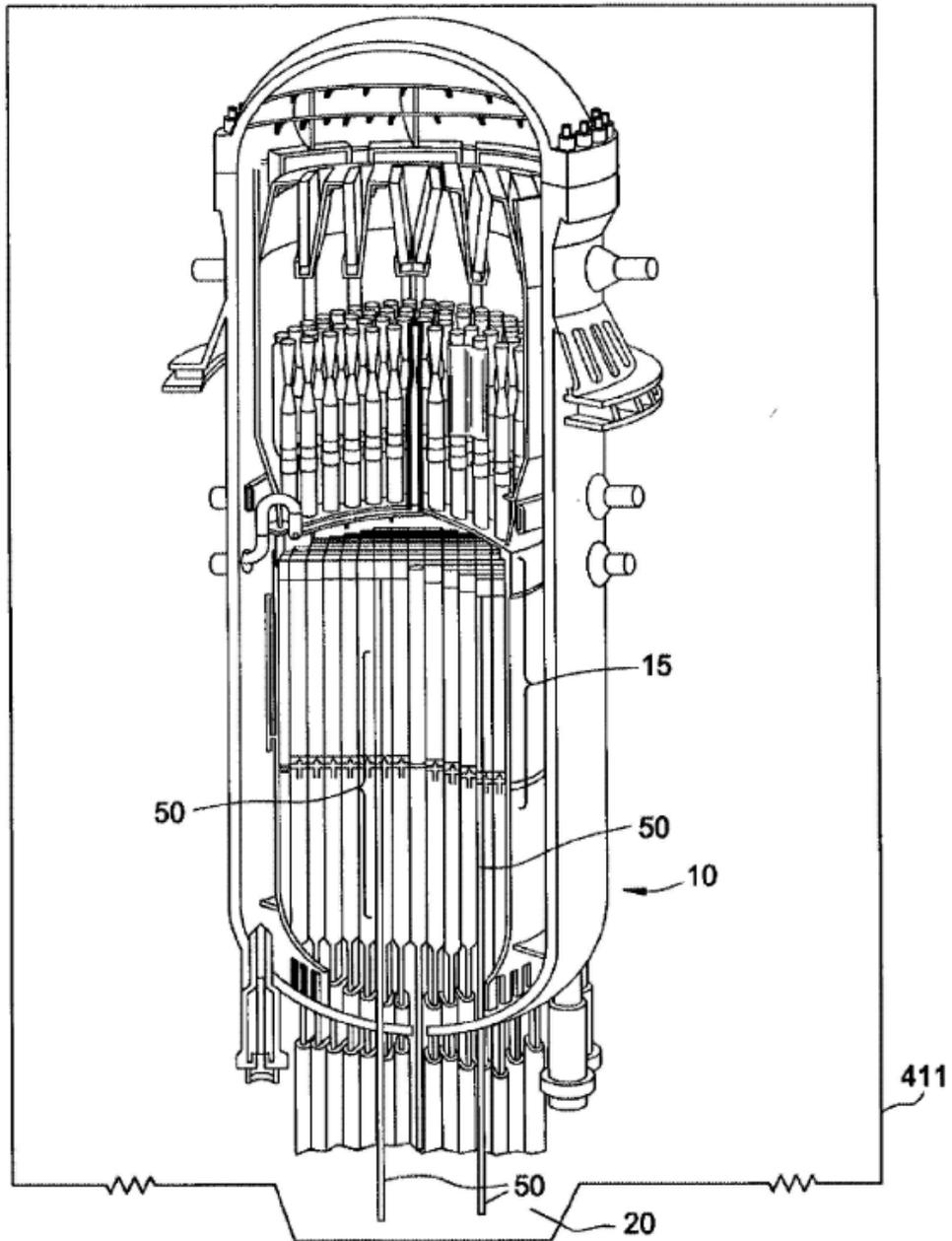
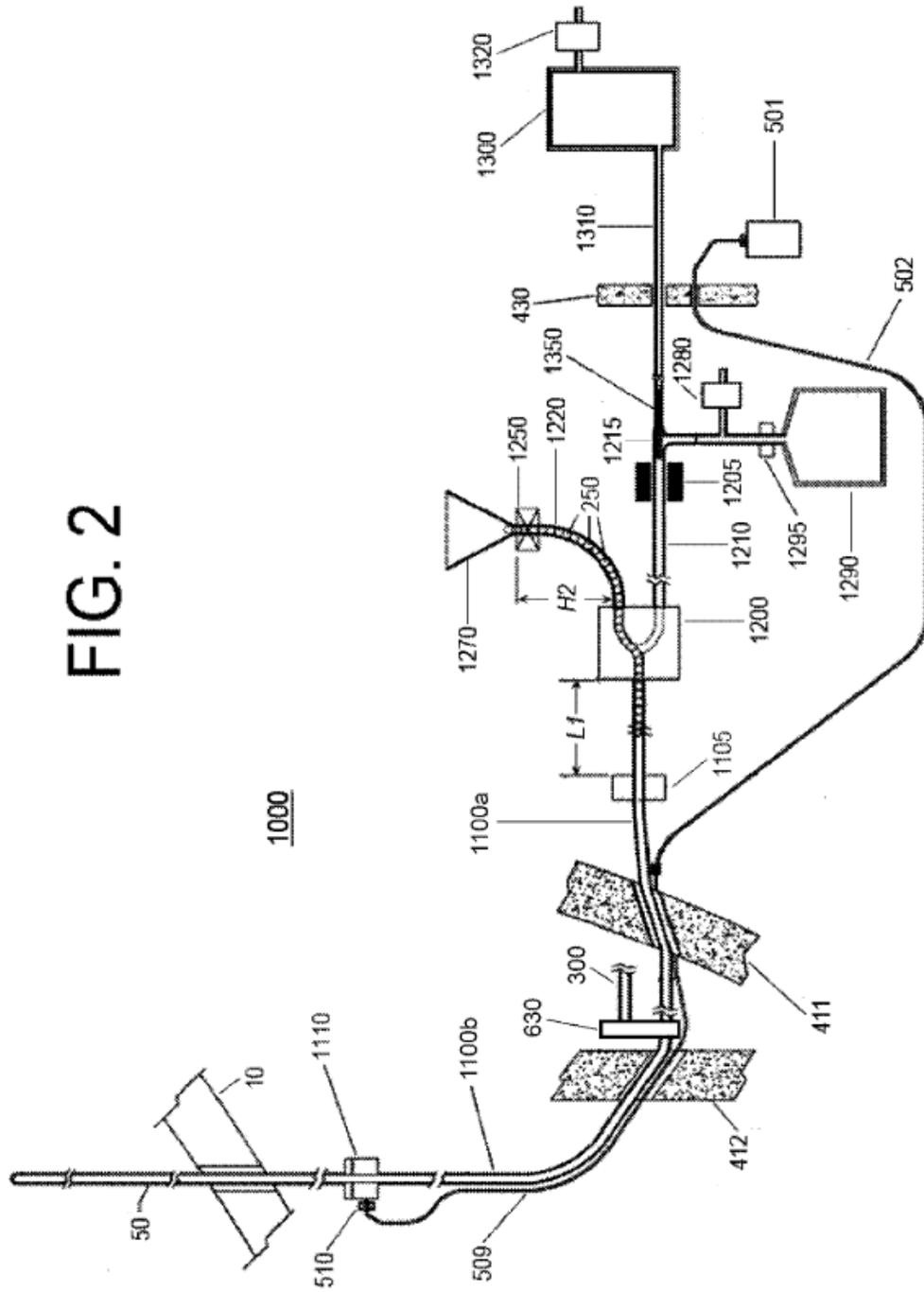


FIG. 2



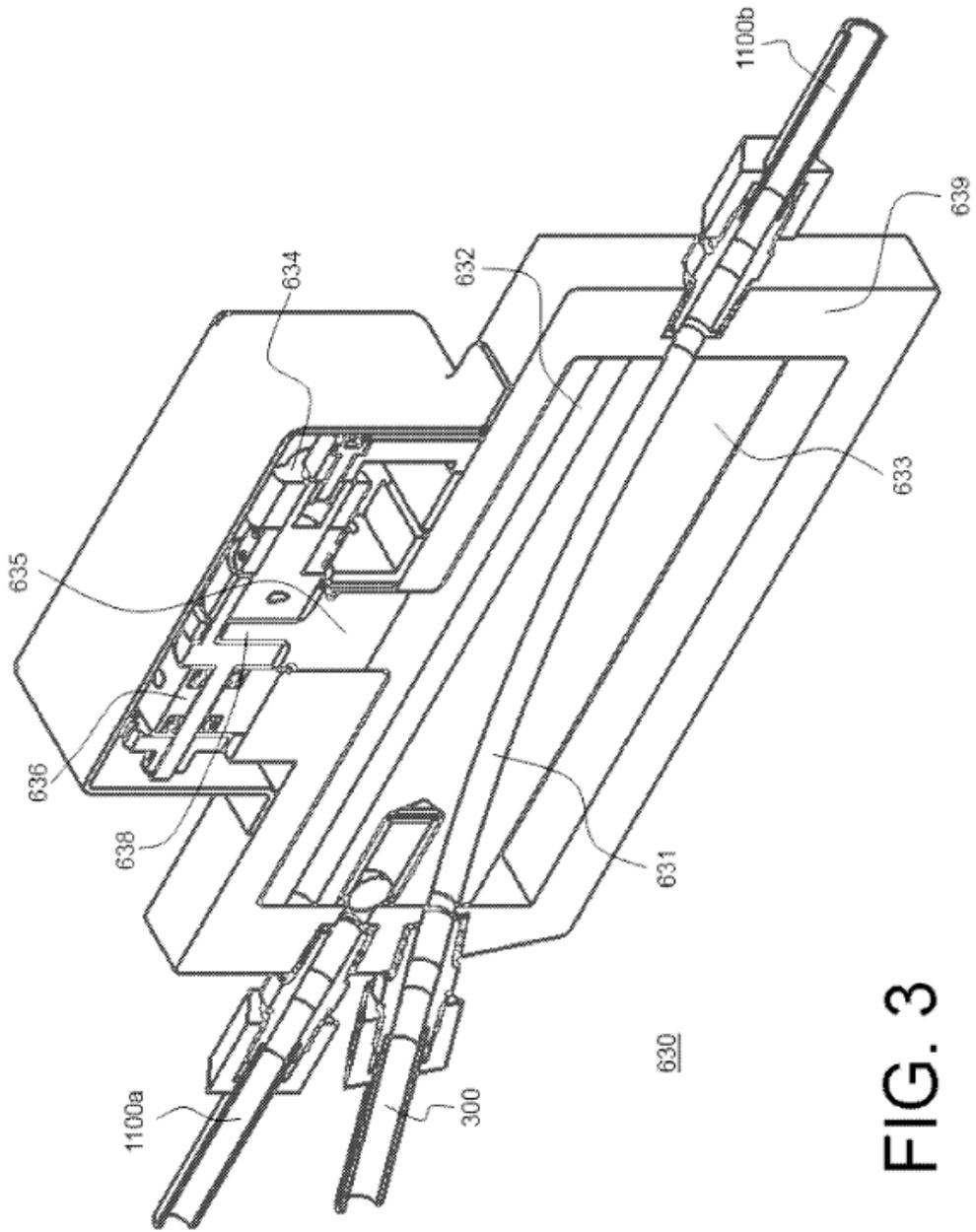


FIG. 3

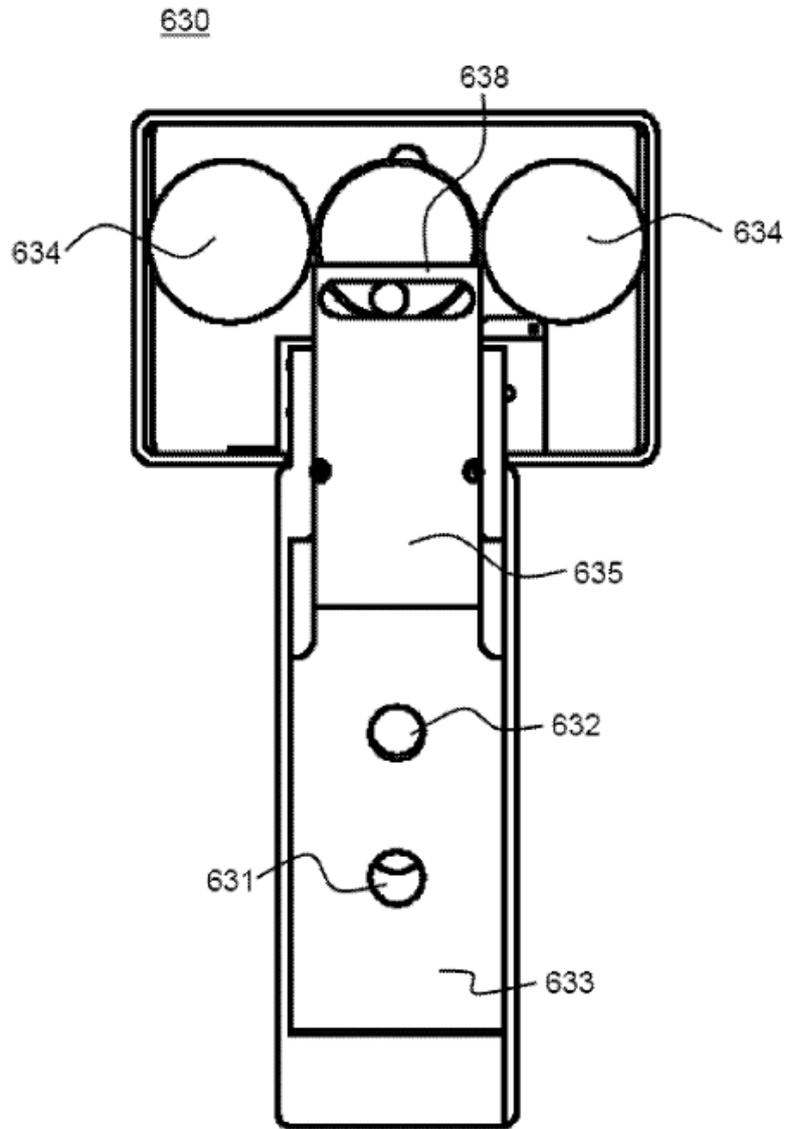


FIG. 4a

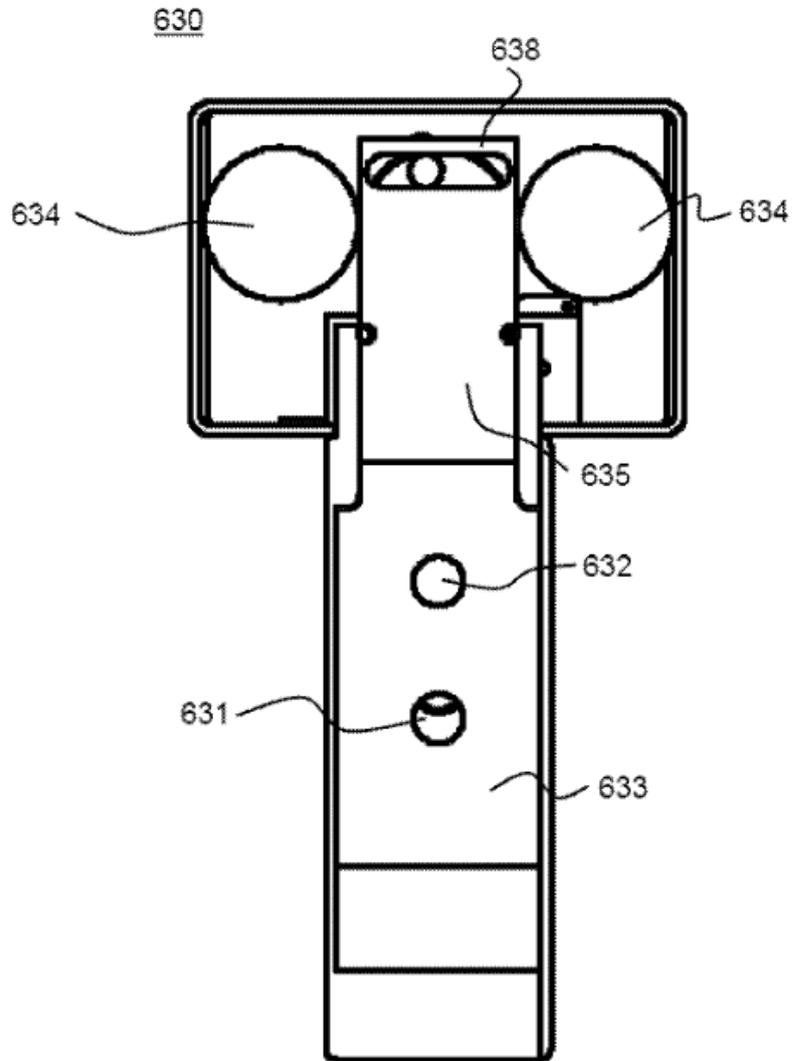


FIG. 4b

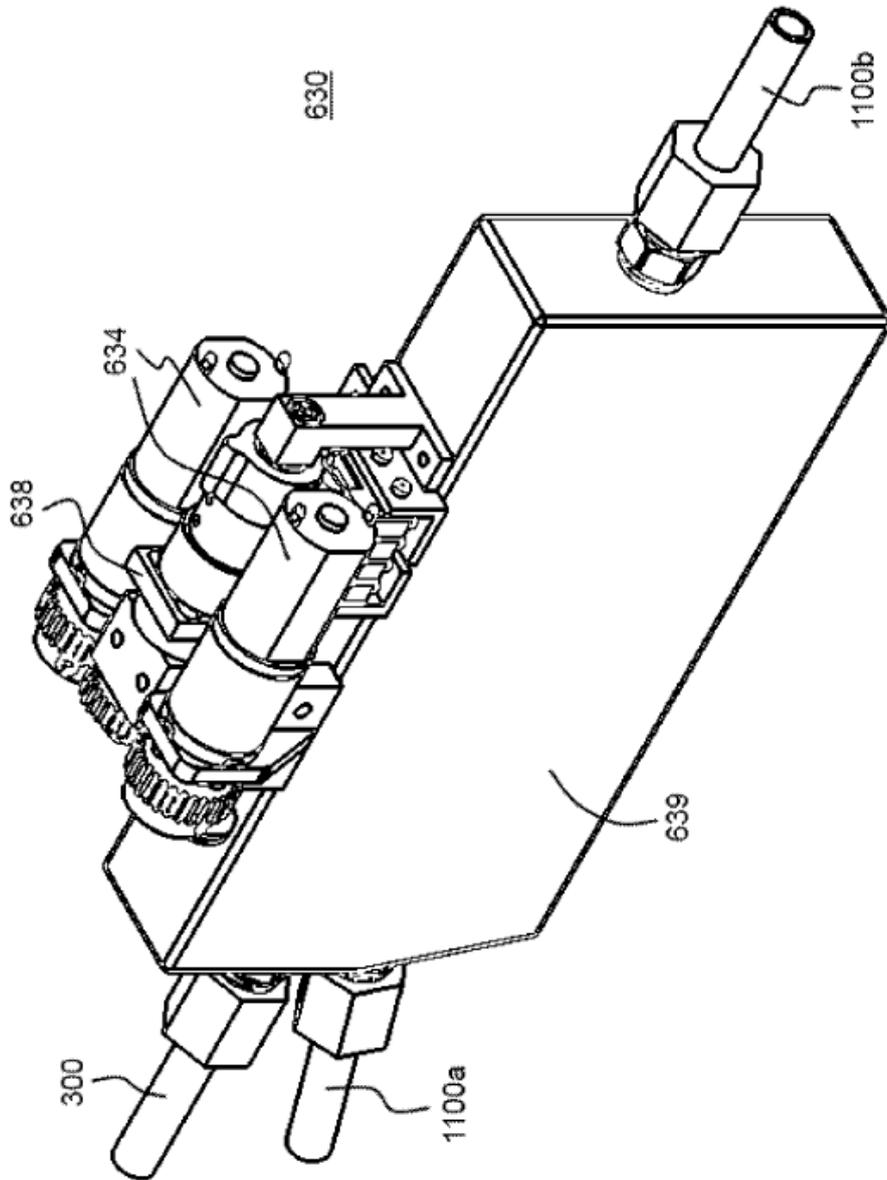


FIG. 5