

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 015**

51 Int. Cl.:

G21F 7/005 (2006.01)

G21F 5/015 (2006.01)

G21F 7/06 (2006.01)

A61J 1/00 (2006.01)

B25J 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2009 E 09159112 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2113926**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de almacenamiento y procesamiento de radioisótopos**

30 Prioridad:

01.05.2008 US 113314

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

28.10.2013

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HANNAH, JOHN y
RUSSELL II, WILLIAM EARL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 427 015 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 y procedimientos de almacenamiento y procesamiento de radioisótopos

Campo

5 Las presentes enseñanzas versan acerca de sistemas y procedimientos de almacenamiento y procesamiento de radioisótopos.

Antecedentes

Las declaraciones en esta sección simplemente proporcionan información de antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir la técnica anterior.

10 Ahora es posible la producción a gran escala de radioisótopos, que necesitan un almacenamiento seguro de grandes cantidades de materiales irradiados. En general, los radioisótopos comprenden pastillas, alambres, discos, etc., de un material isotópico deseado, por ejemplo, cobalto, que ha sido irradiado para tener una radiactividad deseada. En muchos casos, estos radioisótopos serán utilizados para construir, o montar, muchas cápsulas fuente distintas según las especificaciones del cliente que tienen muchos perfiles distintos de actividad deseada, es decir, muchos recipientes distintos que tienen uno o más radioisótopos sellados en su interior para proporcionar diversos perfiles de actividad deseada. Las operaciones requeridas para tal encapsulación deben ser llevadas a cabo en unas instalaciones blindadas y requieren que se lleven a cabo grandes cantidades de trabajo repetitivo.

15 Tradicionalmente, se almacenan existencias de diversos isótopos en una pluralidad de estructuras de almacenamiento. En particular, se producen varillas o tubos en los que se almacenan los radioisótopos en una pluralidad de estructuras de almacenamiento de blindaje contra la radiación. Para montar, o construir, una cápsula fuente que tiene un perfil particular de actividad a petición del cliente, se colocan radioisótopos de diversa radiactividad, de diversas estructuras de almacenamiento, en contenedores blindados contra la radiación, retirados de las estructuras respectivas de almacenamiento. Entonces, se transportan los contenedores hasta unas instalaciones separadas de montaje, denominado habitualmente "célula caliente". Una vez que se han transportado los radioisótopos hasta la célula caliente, se abrirán los contenedores para acceder a los radioisótopos respectivos.

20 Entonces, se retirará la cantidad deseada de cada radioisótopo respectivo y será sellada en una cápsula, por ejemplo, un recipiente de acero inoxidable, para proporcionar una cápsula fuente que tiene el perfil deseado de actividad. Entonces, los radioisótopos no utilizados serán devueltos a los contenedores. Entonces, los contenedores serán retirados de la célula caliente y serán transportados de nuevo a las estructuras respectivas de almacenamiento.

25 Por lo tanto, el procedimiento de carga de los diversos radioisótopos almacenados en las diversas estructuras de almacenamiento en contenedores, de transporte de los contenedores hasta la célula caliente, de apertura de los contenedores para acceder a los radioisótopos, de montar las cápsulas fuente, de relleno de los contenedores y de devolver los contenedores a las estructuras de almacenamiento es una tarea engorrosa y que lleva mucho tiempo.

30 El documento EP 0115978 describe una máquina para cerrar barriletes en una piscina, que comprende un poste telescópico que tiene en su extremo inferior una cabeza de sujeción, un medio de manipulación para mover la cabeza de sujeción entre una posición inferior en la piscina y una posición superior por encima de la piscina, un medio de transferencia para transferir una cubierta por debajo de la cabeza de sujeción cuando la cabeza se encuentra en la posición superior, y un controlador para un medio de control para fijar la cubierta al barrilete, al medio de manipulación, al medio de transferencia. El controlador está colocado por encima de la piscina, junto con la cabeza de sujeción que porta el medio de conexión para el medio de control y el medio de fijación.

Sumario

La invención reside en un sistema y un procedimiento para almacenar material radiactivo como se define en las reivindicaciones adjuntas.

35 Áreas adicionales de aplicabilidad de las presentes enseñanzas serán evidentes a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Se deberá comprender que solo se concibe la descripción y los ejemplos específicos con fines ilustrativos y no se pretende que limiten el ámbito de las presentes enseñanzas.

Dibujos

Los dibujos descritos en el presente documento tienen únicamente fines ilustrativos y no se pretende que limiten el ámbito de las presentes enseñanzas de ninguna forma.

50 La Figura 1 es una vista isométrica de unas instalaciones para almacenar material radiactivo, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 2 es una vista lateral de las instalaciones de almacenamiento de material radiactivo mostradas en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 3 es una vista lateral de las instalaciones de almacenamiento de material radiactivo mostradas en la Figura 1, según diversas realizaciones adicionales de la presente divulgación.

5 La Figura 4 es una vista isométrica de un edificio de montaje de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, que tiene las paredes y un techo de blindaje contra la radiación y de contención retirados para ilustrar una pluralidad de células interiores de montaje, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

10 La Figura 5 es una vista isométrica de una porción de un interior de una cámara de montaje del edificio de montaje de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

La Figura 6 es una vista en corte transversal de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, que ilustra un sistema de correa transportadora por debajo del suelo, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

15 La Figura 7 es una vista en corte transversal de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, que ilustra un sistema elevador para transferir objetos radiactivos desde una piscina de almacenamiento de las instalaciones directamente hasta el interior de la cámara de montaje, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

20 La Figura 8 es una vista en corte transversal de la cámara de montaje de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, que ilustra una pluralidad de manipuladores de objetos ubicados a lo largo de cada una de las paredes laterales opuestas, y que se extienden a través de las mismas, de la cámara de montaje, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

25 La Figura 9 es una vista lateral de las instalaciones de almacenamiento del material radiactivo mostradas en la Figura 1, que incluye una pluralidad de edificios de montaje que tienen un acceso a la piscina de almacenamiento, según diversas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

La siguiente descripción es simplemente de naturaleza ejemplar y no se pretende que limite de ninguna forma las enseñanzas, la aplicación o los usos presentes. En toda la presente memoria, se utilizarán números similares de referencia para hacer referencia a elementos similares.

30 Las Figuras 1 y 2 ilustran unas instalaciones 10 estructuradas y operables para proporcionar un almacenamiento seguro de materiales radiactivos, tales como radioisótopos, y también proporcionar un acceso rápido, conveniente y seguro al material radiactivo almacenado para el procesamiento del material radiactivo formando diversos elementos y/o productos útiles. Por ejemplo, en las realizaciones, las instalaciones 10 incluyen una piscina 14 de almacenamiento conectado a un edificio 18 de montaje por medio de al menos un árbol 22 de transferencia del material radiactivo. Aunque las instalaciones 10 pueden incluir uno o más árboles 22 de transferencia que conectan la piscina 14 de almacenamiento con el edificio 18 de montaje, en aras de la coherencia y de la sencillez, se describirán las instalaciones 10 en el presente documento incluyendo un par de árboles 22 de transferencia redundantes.

40 La piscina 14 de almacenamiento está estructurada para estar llena de un líquido de refrigeración y de blindaje contra la radiación, por ejemplo, agua, de forma que se puedan sumergir y almacenar en la misma una pluralidad de artículos radiactivos 28 contruidos a partir de los objetos radiactivos 26. Los artículos radiactivos 28 y/o los objetos radiactivos 26 pueden comprender cualquier material radiactivo, tal como cobalto 60 (Co-60), iridio, níquel, etc. En diversas realizaciones, se puede hacer circular el líquido de refrigeración y de blindaje contra la radiación a través de un refrigerador (no mostrado) para enfriar el líquido para proporcionar una refrigeración deseada para los objetos 26 y/o artículos radiactivos 28 almacenados.

45 El líquido de refrigeración captura el calor de la desintegración que emana de los objetos radiactivos 26 y/o los artículos radiactivos 28 sumergidos en la piscina 14 de almacenamiento. La cantidad de calor que necesita ser disipado depende del contenido en curies de la piscina 14 de almacenamiento y de los objetos radiactivos 26 y/o artículos radiactivos 28 específicos que están siendo almacenados. Como ejemplo, si la piscina 14 de almacenamiento se encontrase cerca de su capacidad de almacenamiento de objetos radiactivos 26 y/o artículos radiactivos 28 de cobalto 60 (Co-60), generando $4,05 \cdot 10^{-13}$ vatios/Bq, entonces se puede utilizar el líquido de refrigeración (haciéndolo circular, opcionalmente, a través de un refrigerador) para mantener los objetos radiactivos 26 y/o artículos radiactivos 28 a aproximadamente 37,8° C. En implementaciones alternativas se puede utilizar el líquido de refrigeración (haciéndolo circular, opcionalmente, a través de un refrigerador) para mantener los objetos radiactivos 26 y/o artículos radiactivos 28 desde aproximadamente 37,8° C hasta 93,3° C.

- Además, se contempla que la piscina 14 de almacenamiento pueda estar dimensionada para contener una cantidad muy grande, por ejemplo, miles, de los objetos 26 y/o artículos radiactivos 28. El edificio 18 de montaje está construido para que sea una estructura de contención y de blindaje contra la radiación adecuada para alojar de forma segura objetos 26 y/o artículos radiactivos 28 transferidos directamente desde la piscina 14 de almacenamiento hasta el interior del edificio 18 de montaje, por medio de los árboles 22 de transferencia. Como se describe adicionalmente a continuación, durante la operación, para construir el o los artículos radiactivos 28, se seleccionan objetos radiactivos 26 del interior de la piscina 14 de almacenamiento y son transferidos directamente al interior del edificio 18 de montaje, en el que se utilizan los objetos radiactivos 26 para construir uno o más artículos radiactivos 28 para un uso particular.
- Por ejemplo, en diversas realizaciones, los objetos radiactivos 26 pueden comprender varillas radiactivas 32 que contienen diversos radioisótopos que tienen diversas intensidades radiactivas y los artículos radiactivos 28 pueden comprender cápsulas fuente 34 que han sido construidas en el edificio 18 de montaje para que tengan perfiles deseados de actividad y son devueltos a las piscinas 14 de almacenamiento para un almacenamiento seguro. En particular, se puede almacenar un gran número de varillas radiactivas 32 y/o cápsulas fuente 34 en una pluralidad de soportes 40 en la piscina 14 de almacenamiento. Para montar, o construir, las cápsulas fuente 34, se pueden transferir directamente una o más varillas 32 que contienen radioisótopos particulares desde la piscina 14 de almacenamiento hasta el interior de una cámara 42 de montaje que contiene radiactividad del edificio 18 de montaje, por medio de los árboles 22 de transferencia. Una vez se han transferido las varillas 32 al interior de la cámara 42 de montaje, se pueden abrir las varillas 32 para acceder a los radioisótopos respectivos. Entonces, se pueden utilizar los radioisótopo para construir una o más cápsulas fuente radiactivas 34 que tienen los perfiles deseados de actividad. Entonces, se pueden devolver las cápsulas fuente 34 a la piscina 14 de almacenamiento para su almacenamiento o bien pueden ser transportadas hasta una ubicación deseada, por ejemplo, unas instalaciones médicas para ser utilizadas en una formación de imágenes y/o en un tratamiento médicos. En tales realizaciones, el conjunto también puede ser denominado cámara 42 de montaje de cápsulas.
- En diversas realizaciones, el edificio 18 de montaje está ubicado por encima de la piscina 14 de almacenamiento, o más por encima y en estrecha proximidad de la misma, de forma que los objetos 26 y/o los artículos radiactivos tienen que desplazarse una distancia relativamente corta a través de los árboles 22 de transferencia cuando son transferidos entre la piscina 14 de almacenamiento y el edificio 18 de montaje. Por ejemplo, en diversas realizaciones, como se ilustra en las Figuras 1 y 2, la piscina 14 de almacenamiento puede estar dispuesta en el suelo 30, y por debajo del mismo, de las instalaciones 10 y el edificio 18 de montaje puede estar dispuesto en el suelo 30 de las instalaciones por encima de la piscina 14 de almacenamiento, y en estrecha proximidad a la misma. En consecuencia, los árboles 22 de transferencia están dispuestos en el suelo 30, y por debajo del mismo, y se extienden entre una porción inferior de una pared lateral 36 de la piscina 14 de almacenamiento y un suelo 38 de la cámara 42 de montaje. De forma alternativa, en diversas realizaciones adicionales, la piscina 14 de almacenamiento puede estar dispuesta en el suelo 30, y parcialmente por debajo del mismo, o puede estar construida para estar sobre el suelo 30, o por encima del mismo. En tales realizaciones, el edificio 18 de montaje estaría soportado sobre el suelo 30 y por encima de la parte superior de la piscina 14 de almacenamiento, extendiéndose los árboles 22 de transferencia entre los mismos.
- Además, en diversas realizaciones, como se ilustra en la Figura 3, la cámara 42 de montaje puede incluir un anexo 44 que se extiende desde la cámara 42 de montaje hacia la piscina 14 de almacenamiento. En particular, el anexo 44 está ubicado sustancialmente por encima de la pared lateral 36, o sobre la misma, de la piscina de almacenamiento, de forma que los árboles 22 de transferencia tienen una orientación sustancialmente vertical entre la piscina 14 de almacenamiento y el anexo 44.
- Con referencia a las Figuras 1 y 4, las instalaciones 18 de montaje incluyen, en general, la cámara 42 de montaje y en diversas realizaciones, al menos un recinto 46 de seguridad conectado a al menos uno de los extremos opuestos 50 de la cámara 42 de montaje. La cámara 42 de montaje incluye paredes laterales opuestas 54 de contención y de blindaje contra la radiación y que se unen cada una a un techo 58 de contención y de blindaje contra la radiación. Las paredes laterales 54 y el techo 58 de contención y de blindaje contra la radiación proporcionan un entorno de contención de la radiación en el interior de la cámara 42 de montaje que contiene radiación radiactiva procedente de los objetos 26 y/o los artículos 28 transferidos desde la piscina 14 de almacenamiento en la cámara 42 de montaje. Como se muestra en la Figura 4, cada recinto 46 de seguridad incluye una puerta 62 del recinto de seguridad de contención y de blindaje contra la radiación operable para proporcionar una contención de la radiación en el interior de la cámara 42 de montaje cuando se encuentra en una posición "cerrada". Cuando se encuentra en una posición "abierta", cada puerta 62 del recinto de seguridad de contención y de blindaje contra la radiación permite la entrada al interior de la cámara 42 de montaje y la salida de la misma para la retirada de los artículos radiactivos montados, por ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34. Además, cada recinto 46 de seguridad incluye al menos una puerta 66 de acceso al exterior operable para permitir el acceso a un interior de un respectivo recinto 46 de seguridad para la disposición y/o la retirada de elementos, tales como contenedores para transportar los artículos radiactivos montados 28 desde la cámara 42 de montaje.
- Con referencia ahora a las Figuras 4 y 5, en las realizaciones, la cámara 42 de montaje está estructurada para incluir una pluralidad de tabiques 70 de blindaje contra la radiación en el interior de la cámara 42 de montaje. Los tabiques

70 de blindaje contra la radiación forman una pluralidad de células, o estaciones, interiores 74 de montaje utilizadas para montar, o construir, los artículos radiactivos, por ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34. En diversas realizaciones, una altura h de cada tabique 70 de blindaje contra la radiación solo es una porción de la altura H del interior de la cámara de montaje. Además, se contempla que en diversas implementaciones, los tabiques 70 de blindaje contra la radiación puedan ser amovibles, es decir, puedan ser reubicados, dentro de la cámara 42 de montaje para formar células 74 de montaje de diversos tamaños. Además, la cámara 42 de montaje puede incluir un dispositivo 78 de grúa móvil estructurado y operable para ser amovible de forma controlada desde un extremo 50 de la cámara 42 de montaje hasta el extremo opuesto 50 por raíles en tándem, o cables, 82 que se extienden desde un extremo 50 de la cámara 42 de montaje hasta el extremo opuesto 50, por ejemplo, se extienden entre recintos 46 de seguridad opuestos. Más en particular, el dispositivo 78 de grúa móvil incluye un cabrestante 80 que es trasladable de forma controlable en una longitud L de un bastidor 81 del dispositivo 78 de grúa. Por lo tanto, el dispositivo 78 de grúa está estructurado y es operable para mover objetos radiactivos 26 y artículos montados 28 por encima de los tabiques 70 de blindaje contra la radiación y entre cualquiera de las diversas células 74 de montaje, entre cualquiera de las diversas células 74 de montaje y cualquiera de los recintos 46 de seguridad, y entre recintos 46 de seguridad opuestos.

Con referencia a las Figuras 4, 5 y 6, en diversas realizaciones adicionales, además del dispositivo 78 de grúa móvil, la cámara 42 de montaje puede incluir un sistema 84 de correa transportadora por debajo del suelo ubicado en y/o por debajo del suelo 38 de la cámara 42 de montaje. El sistema 84 de correa transportadora por debajo del suelo puede estar construido de cualquier material diseñado de forma adecuada para ser resistente a la corrosión. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el sistema 84 de correa transportadora por debajo del suelo puede estar construido de acero inoxidable o de materiales similares. Para proporcionar acceso al sistema 84 de correa transportadora por debajo del suelo, el suelo 38 de la cámara de montaje incluye una abertura 86 que se extiende de forma longitudinal por el suelo 38 por debajo de las células 74 de montaje. El sistema 84 de correa transportadora está ubicado por debajo de la abertura 86 y está estructurado y es operable para mover de forma controlada los objetos 26 y artículos radiactivos 28 entre las diversas células 74 de montaje por debajo de los tabiques 70 de blindaje contra la radiación.

Con referencia de nuevo a las Figuras 4 y 5, en diversas realizaciones, la cámara 42 de montaje puede incluir uno o más paneles divisores amovibles 90 estructurados y funcionales para conectarse a la parte superior, o acoplarse con la misma, de cualquiera de los tabiques 70 de blindaje contra la radiación. Cuando está conectado a uno de los tabiques 70 de blindaje contra la radiación, o está acoplado con el mismo, el panel divisor amovible respectivo 90 y el tabique 70 de blindaje contra la radiación forman una pared de longitud total que se extiende sustancialmente desde el suelo 38 hasta el techo 58 y desde la pared 54 hasta la pared 54 de la cámara 42 de montaje. En diversas realizaciones, los paneles divisores 90 pueden ser soportados de forma deslizante por los raíles 82 del dispositivo de grúa, y pueden estar suspendidos de los mismos. Por lo tanto, los paneles divisores 90 pueden ser movidos, es decir, ser deslizados, por los raíles 82 para colocar el panel divisor respectivo 90 en contacto con una parte superior de un tabique respectivo 70 de blindaje contra la radiación. Subsiguientemente, el panel divisor respectivo 90 puede estar acoplado al tabique respectivo 70 de blindaje contra la radiación mediante cualquier medio adecuado de acoplamiento y/o de conexión. Por ejemplo, los paneles divisores 90 y los tabiques 70 de blindaje contra la radiación pueden estar estructurados para acoplarse de forma "machihembrada" o mediante cualquier otra forma de acoplamiento de interbloqueo. O, el panel divisor respectivo 90 puede estar acoplado al tabique respectivo 70 de blindaje contra la radiación utilizando cualquier medio adecuado de fijación, tal como tuercas y tornillos, pasadores de fijación, o cualquier otro medio adecuado de retención.

En las implementaciones, las células 74 de montaje incluyen al menos una célula 74A de atraque, por ejemplo, la célula más central 74 de montaje, y al menos otra célula 74 de montaje para construir el o los artículos radiactivos en la misma. Un extremo 92 de distribución de cada árbol 22 de transferencia (mostrado en la Figura 2) está conectado a una abertura respectiva 94 en el suelo 38 de la célula 74A de atraque de la cámara de montaje. Las aberturas 94 de la célula de atraque proporcionan una entrada a la cámara 42 de montaje, y una salida desde la misma, para los objetos 26 y/o los artículos radiactivos 28 transferidos directamente hasta la piscina 14 de almacenamiento y desde la misma. De forma similar, hay conectado un extremo 98 de almacenamiento de cada árbol de transferencia (mostrado en la Figura 2) a una abertura respectiva 102 en la pared lateral 36 de la piscina de almacenamiento (mostrada en la Figura 1). Las aberturas 102 de la piscina de almacenamiento proporcionan una entrada a la piscina 14 de almacenamiento, y una salida de la misma, para los objetos 26 y/o los artículos radiactivos 28 transferidos directamente hasta la célula 74A de atraque de la cámara de montaje y desde la misma. Por lo tanto, los objetos 26 y/o los artículos radiactivos 28 pueden ser transferidos directamente desde la piscina 14 de almacenamiento hasta la célula 74A de atraque, por medio de los árboles 22 de transferencia, las aberturas 94 de la célula de atraque y las aberturas 102 de la piscina de almacenamiento.

Con referencia ahora a las Figuras 3 y 7, en las realizaciones, cada árbol 22 de transferencia incluye un sistema elevador 106 estructurado y operable para transferir los objetos 26 y/o artículos radiactivos 28, por ejemplo, varillas 32 de radioisótopos y/o cápsulas fuente radiactivas 34, directamente desde la piscina 14 de almacenamiento hasta el interior de la cámara 42 de montaje a través del respectivo árbol 22 de transferencia. En las implementaciones, el sistema elevador 106 está estructurado y es operable, además, para transferir los objetos 26 y/o artículos radiactivos 28, por ejemplo, varillas 32 de radioisótopos y/o cápsulas fuente 34 radiactivas, directamente desde el interior de la

5 cámara 34 de montaje, directamente desde el interior de la cámara 42 de montaje hasta la piscina 14 de almacenamiento a través del árbol 22 de transferencia. El sistema elevador 106 incluye al menos una bandeja 110 acoplada a un transportador 114 estructurado y operable para mover la o las bandejas 110 dentro del respectivo árbol 22 de transferencia directamente entre la piscina 14 de almacenamiento y el interior de la cámara 42 de montaje. El sistema elevador 106, que incluye una o más bandejas 110 y un transportador 114, puede estar construido de cualquier material diseñado de forma adecuada para que sea resistente a la corrosión. Por ejemplo, en diversas realizaciones, el sistema elevador 106, que incluye una o más bandejas 110 y un transportador 114, puede estar construido de acero inoxidable o de materiales similares.

10 El transportador 114 puede ser cualquier sistema, dispositivo o mecanismo adecuado para transportar, es decir, transferir, mover o trasladar la o las bandejas 110 del sistema elevador, y cualquier objeto 26 y/o artículo radiactivo colocado sobre la o las mismas, en la longitud interior del respectivo árbol 22 de transferencia. Por ejemplo, el transportador 114 puede ser un sistema de tipo correa transportadora, un sistema de tipo cadena y piñón, un sistema de tipo cable y polea, un sistema de tipo árbol roscado, cualquier combinación de los mismos, o cualquier otro sistema adecuado de transporte.

15 Con referencia ahora a las Figuras 1, 5, 6 y 8, en diversas realizaciones, la cámara 42 de montaje incluye una pluralidad de orificios 118 para los manipuladores separados a lo largo de cada una de las paredes laterales 54 de la cámara de montaje, y extendiéndose a través de cada una. La cámara 42 de montaje incluye, además, una pluralidad de manipuladores 122 de objetos que están separados a lo largo de cada pared lateral 54 de la cámara de montaje y se extienden a través de cada uno de los orificios 118 para los manipuladores. Los manipuladores 122 de
20 objetos pueden ser brazos robóticos configurados para articularse de forma diseñada para construir un artículo radiactivo 28. Con este fin, los brazos robóticos respectivos pueden tener una herramienta tal como un garra de aprensión, una soldadora, destornilladores, etc. para construir el artículo radiactivo 28.

25 Como se apreciará, los manipuladores 122 de objetos son controlables por el personal de las instalaciones, por ejemplo, operarios 126 (Figura 8), desde el exterior, es decir, fuera, de la cámara 42 de montaje. Más específicamente, los operarios 126 operan los controles (no mostrados) incluidos en un extremo proximal 130 de cada manipulador 122 de objetos que se proyecta, o se extiende, hacia fuera desde la respectiva pared lateral 54 de la cámara de montaje. La operación de los controles por parte de los operarios 126 controla el movimiento y la operación de un extremo distal 134 de cada manipulador respectivo 122 de objetos que se proyecta, o se extiende, al interior de la cámara 42 de montaje. En particular, el extremo distal 134 de cada manipulador 122 de objetos se
30 extiende a una célula respectiva 74/74A de montaje para manipular objetos 26 y/o artículos radiactivos 28 dentro de las células 74/74A de montaje. En consecuencia, para mover los objetos radiactivos 26, por ejemplo, varillas 32 de radioisótopos, entre las células 74/74A de montaje, y dentro de las mismas, y para montar/construir los artículos radiactivos, por ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34, un operario 126 controla el movimiento y las acciones de los extremos distales 134 del manipulador de objetos dentro de la cámara 42 de montaje al manipular los controles en
35 los extremos proximales 130 del manipulador de objetos. En diversas realizaciones, la cámara 42 de montaje incluye uno o más manipuladores 122 de objetos para cada célula 74/74A de montaje. En consecuencia, se pueden montar sustancialmente una pluralidad de artículos radiactivos 28, por ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34, de forma sustancialmente simultánea utilizando la pluralidad de células 74/74A de montaje y los manipuladores correspondientes respectivos 122 de objetos.

40 En operación, para montar, o construir, uno o más artículos radiactivos 28, se seleccionan uno o más de la pluralidad de objetos radiactivos 26, por ejemplo, varillas 32 de radioisótopos, almacenadas en la piscina 14 de almacenamiento, son retirados del respectivo soporte de la pluralidad de soportes 40, y son movidos hasta una de las aberturas 102 de la pared lateral de la piscina de almacenamiento. Se seleccionan el o los objetos radiactivos 26 en función de las características deseadas particulares del o de los objetos particulares 26, es decir, tamaño,
45 material, isótopo, radiactividad, etc. Una vez se han movido los objetos radiactivos seleccionados 26 hasta las aberturas 102 de la pared lateral de la piscina de almacenamiento, se colocan los objetos radiactivos 26 en la bandeja 110 del sistema elevador para transferirlos directamente a la célula interior 74A de atraque de la cámara de montaje.

50 Se puede emplear cualquier medio adecuado para retirar el o los objetos radiactivos seleccionados 26 del o de los soportes respectivos 40, mover el o los objetos radiactivos seleccionados 26 hasta una de las aberturas 102 de la pared lateral de la piscina de almacenamiento y colocar el o los objetos radiactivos seleccionados 26 en la bandeja 110 del sistema elevador. Por ejemplo, se pueden utilizar dispositivos robóticos, mecanismos, conjuntos o sistemas (no mostrados) para seleccionar el o los objetos radiactivos 26, moverlos hasta una de las aberturas 102 de la pared lateral de la piscina de almacenamiento y colocarlos en la bandeja 110 del sistema elevador. O, de forma alternativa,
55 se pueden disponer postes mecánicos largos de aprensión en la piscina de almacenamiento y pueden ser manipulados manualmente por personal de las instalaciones desde el suelo 30 de las instalaciones para seleccionar el o los objetos radiactivos 26, moverlos hasta una de las aberturas 102 de la pared lateral de la piscina de almacenamiento y colocarlos en la bandeja 110 del sistema elevador.

60 Después de que se han colocado el o los objetos radiactivos seleccionados 26 en la bandeja 110 del sistema elevador, se opera el transportador 114 del sistema elevador para transferir el o los objetos radiactivos

5 seleccionados 26 directamente desde la piscina 14 de almacenamiento, a través del respectivo árbol 22 de
transferencia directamente al interior de la cámara 42 de montaje, es decir, directamente en la célula 74A de
ataque. Entonces, se pueden operar los manipuladores 122 de objetos y/o el dispositivo 78 de grúa móvil y/o el
sistema transportador 84 por debajo del suelo para manipular el o los objetos radiactivos transferidos 26 y moverlos
10 desde la célula 74A de ataque hasta una o más de las diversas células adicionales 74 de montaje. Una vez que se
han suministrado el o los objetos radiactivos 26 a una o más de las células 74 de montaje, el personal de las
instalaciones puede operar los manipuladores 122 de objetos para montar/construir los artículos radiactivos, por
ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34. También se pueden utilizar los manipuladores 122 de objetos para colocar o
empaquetar los artículos radiactivos montados/construidos en recipientes o contenedores blindados. Entonces, el
15 dispositivo 78 de grúa móvil puede ser operado para mover los artículos radiactivos empaquetados en el interior de
uno de los recintos 46 de seguridad del que se pueden retirar de forma segura los artículos radiactivos
empaquetados para ser suministrados a una ubicación seleccionada.

15 Subsiguientemente, se pueden operar entonces los manipuladores 122 de objetos y/o el dispositivo 78 de grúa móvil
y/o el sistema 84 de transporte por debajo del suelo para manipular el o los objetos radiactivos no utilizados 26 y
moverlos desde la o las células 74 de montaje hasta la célula 74A de ataque para devolverlos a la piscina 14 de
almacenamiento. Entonces, se pueden colocar el o los objetos radiactivos 26 en una de las aberturas 94 del suelo
de la célula de ataque y sobre una bandeja respectiva 110 del sistema elevador. Entonces, se opera el
20 transportador 114 del sistema elevador para transferir el o los objetos radiactivos no utilizados 26 directamente
desde el interior de la cámara 42 de montaje, es decir, directamente desde la célula 74A de ataque, a través del
respectivo árbol 22 de transferencia y directamente hasta la abertura respectiva 102 de la pared lateral de la piscina
de almacenamiento. Entonces, se pueden devolver el o los objetos radiactivos no utilizados devueltos 26 al soporte
apropiado 40 sumergido en el líquido de refrigeración y de blindaje de la piscina 14 de almacenamiento.

25 Con referencia ahora a la Figura 9, en diversas realizaciones, las instalaciones 10 pueden incluir dos o más edificios
18 de montaje acoplados a una única piscina 14 de almacenamiento por medio de correspondientes árboles 22 de
transferencia respectivos. En consecuencia, dos o más edificios 18 de montaje pueden tener un acceso directo a la
única piscina 14 de almacenamiento. Más en particular, se pueden transferir de forma simultánea o concurrente los
objetos radiactivos seleccionados 26, por ejemplo, las varillas radiactivas 34, almacenados en la piscina de
almacenamiento hasta cualquiera de los edificios 18 de montaje, por medio de los correspondientes árboles 22 de
30 transferencia respectivos, para montar de forma simultánea o concurrente una pluralidad de artículos radiactivos 28,
por ejemplo, cápsulas fuente radiactivas 34, como se ha descrito anteriormente.

35 Se debería comprender que las expresiones espacialmente relativas, tales como “bajo”, “debajo”, “inferior”, “por
encima”, “superior” y similares, pueden ser utilizadas en el presente documento para facilitar la descripción para
describir la relación de un elemento o característica con otro u otros elementos o características como se ilustra en
las figuras. Se comprenderá que se pretende que las expresiones espacialmente relativas abarquen distintas
orientaciones del dispositivo durante su uso u operación además de la orientación mostrada en las figuras. Por
ejemplo, si se da la vuelta al dispositivo en las figuras, los elementos descritos como “bajo” o “debajo de” otros
elementos o características serían orientados entonces “por encima de” los otros elementos o características. Por lo
tanto, el término ejemplar “debajo” puede abarcar tanto una orientación de encima como de debajo. El dispositivo
40 puede estar orientado de otra forma (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente
relativos utilizados en el presente documento interpretados en consecuencia.

La descripción del presente documento es de naturaleza simplemente ejemplar y, por lo tanto, se pretende que las
variaciones que no se alejen de lo esencial de lo que ha sido descrito se encuentren dentro del ámbito de las
enseñanzas. No se deben considerar tales variaciones como un alejamiento del ámbito de las enseñanzas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) para almacenar material radiactivo, comprendiendo dicho sistema:
 - una piscina (14) de almacenamiento para almacenar una pluralidad de objetos radiactivos (26) sumergidos en un líquido de refrigeración y de blindaje contra la radiación;
 - 5 un edificio (18) de montaje ubicado por encima de la piscina (14) de almacenamiento para construir uno o más artículos radiactivos (28) utilizando los objetos radiactivos (26) transferidos desde la piscina (14) de almacenamiento; y
 - al menos un árbol (22) de transferencia que comprende un sistema elevador (106) que conecta la piscina (14) de almacenamiento y el edificio (18) de montaje para transferir objetos radiactivos (26) desde el interior de la piscina (14) de almacenamiento directamente al interior del edificio (18) de montaje para la construcción del o de los artículos radiactivos y para transferir objetos radiactivos seleccionados (26) no utilizados para construir los uno o más artículos radiactivos (28) directamente desde el interior de una cámara (42) de montaje al interior de la piscina (14) de almacenamiento;
 - 10 en el que el edificio (18) de montaje comprende la cámara (42) de montaje que incluye una pluralidad de células interiores (74) que tienen tabiques (70) de blindaje contra la radiación entre células adyacentes (74), incluyendo las células (74) una célula (74A) de atraque que tiene un extremo (92) de disposición de cada árbol (22) de transferencia conectado al mismo, y al menos una célula (74) de montaje para construir el o los artículos radiactivos (28) en la misma.
2. El sistema (10) de la Reivindicación 1, en el que los tabiques (70) de blindaje son amovibles dentro del edificio (18) de montaje.
3. El sistema (10) de la Reivindicación 1, en el que el edificio (18) de montaje comprende al menos un recinto (46) de seguridad conectado a al menos uno de los extremos opuestos (50) de la cámara (42) de montaje.
4. El sistema (10) de la Reivindicación 3, en el que el edificio (18) de montaje comprende, además, un dispositivo (78) de grúa en el interior de la cámara (42) de montaje operable para mover los objetos radiactivos (26) por encima de los tabiques (70) de blindaje entre la pluralidad de células (74), y entre la pluralidad de células (74) y el al menos un recinto (46) de seguridad.
5. El sistema (10) de la Reivindicación 3, en el que el edificio (18) de montaje comprende, además, un sistema transportador (84) en el suelo (38), o por debajo del mismo, de la cámara (42) de montaje operable para mover los objetos radiactivos (26) por debajo de los tabiques (70) de blindaje entre la pluralidad de células (74) y entre la pluralidad de células (74) y el al menos un recinto (46) de seguridad.
6. El sistema (10) de la Reivindicación 1, en el que cada una de las paredes exteriores opuestas (54) de al menos una célula (74) comprende al menos una abertura (118) del manipulador de objetos que se extiende a través de la pared exterior respectiva (54), estructurada cada una de las aberturas (118) del manipulador de objetos para permitir el acceso de un respectivo manipulador (122) de objetos a un interior de la célula (74), siendo controlable cada manipulador (122) de objetos desde el exterior de la cámara (42) de montaje y operable para manipular los objetos radiactivos (26) dentro de cada una de las células (74) para montar el o los artículos radiactivos (28).
7. El sistema (10) de cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende, además, un segundo edificio (18) de montaje ubicado por encima de la piscina (14) de almacenamiento y conectado con la piscina (14) de almacenamiento por medio de al menos un segundo árbol (22) de transferencia para construir el o los artículos radiactivos (28) utilizando los objetos radiactivos (26) transferidos desde la piscina (14) de almacenamiento por medio del al menos un segundo árbol (22) de transferencia.
8. Un procedimiento para almacenar material radiactivo, comprendiendo dicho procedimiento:
 - almacenar una pluralidad de radioisótopos (26) sumergidos en un líquido de refrigeración y de blindaje contra la radiación dentro de una piscina (14) de almacenamiento;
 - transferir radioisótopos seleccionados (26) directamente desde el interior de la piscina (14) de almacenamiento hasta un interior de una cámara (42) de montaje de un edificio (18) de montaje ubicado por encima de la piscina (14) de almacenamiento utilizando al menos un árbol (22) de transferencia que conecta la piscina (14) de almacenamiento y el edificio (18) de montaje;
 - 50 construir una o más cápsulas radiactivas (28) dentro de la cámara (42) de montaje utilizando los radioisótopos (26) transferidos desde la piscina (14) de almacenamiento; y
 - transferir radioisótopos seleccionados (26) no utilizados para construir la o las cápsulas radiactivas (28) directamente desde el interior de la cámara (42) de montaje al interior de la piscina (14) de almacenamiento utilizando el al menos un árbol (22) de transferencia.
9. El procedimiento de la Reivindicación 8, en el que la transferencia de los radioisótopos seleccionados (26) comprende colocar los radioisótopos seleccionados (26) en un sistema elevador (106) operable dentro de cada

árbol (22) de transferencia para transportar los radioisótopos (26) directamente desde el interior de la piscina (14) de almacenamiento hasta el interior de la cámara (42) de montaje y directamente desde el interior de la cámara (42) de montaje hasta el interior de la piscina (14) de almacenamiento.

- 5 **10.** El procedimiento de la Reivindicación 8 o 9, en el que la construcción de una o más cápsulas radiactivas (28) comprende mover los radioisótopos (26) por encima de uno o más de una pluralidad de tabiques (70) de blindaje entre una pluralidad de células interiores (74) de la cámara (42) de montaje y entre la pluralidad de células interiores (74) y un par de recintos (46) de seguridad opuestos conectados a extremos opuestos (50) de la cámara (42) de montaje utilizando un dispositivo (78) de grúa operable en el interior de la cámara (42) de montaje.
- 10 **11.** El procedimiento de la Reivindicación 8 o 9, en el que la construcción de la cápsula o cápsulas radiactivas (28) comprende mover los radioisótopos (26) por debajo de uno o más de una pluralidad de tabiques (70) de blindaje entre una pluralidad de células interiores (74) de la cámara (42) de montaje y entre la pluralidad de células (74) y un par de recintos (46) de seguridad opuestos conectados a extremos opuestos (50) de la cámara (42) de montaje utilizando un sistema transportador (84) operable en el suelo (38), o por debajo del mismo, de la cámara (42) de montaje.
- 15 **12.** El procedimiento de cualquiera de las Reivindicaciones 8 a 11, que comprende, además, manipular los objetos radiactivos (26) en cada una de una pluralidad de células interiores (74) de la cámara (42) de montaje para montar el o los artículos radiactivos (28), en el que cada una de las paredes exteriores opuestas (54) de la al menos una de la pluralidad de células interiores (74) comprende al menos una abertura (118) del manipulador de objetos que se extiende a través de la pared exterior respectiva (54), estructurada cada abertura (118) del manipulador de objetos para permitir el acceso de un respectivo manipulador (122) de objetos a un interior de la célula (74), siendo controlable cada manipulador (122) de objetos desde el exterior de la cámara (42) de montaje y operable para manipular los objetos radiactivos (26) en cada una de las células para montar el o los artículos radiactivos (28).
- 20 **13.** El procedimiento de la Reivindicación 8, en el que la transferencia de los radioisótopos seleccionados (26) comprende transferir los radioisótopos seleccionados (26) directamente entre la piscina (14) de almacenamiento y el interior de las cámaras (42) de montaje de una pluralidad de edificios (18) de montaje ubicados por encima de la piscina (14) de almacenamiento utilizando al menos uno de una pluralidad de árboles (22) de transferencia que conectan la piscina (14) de almacenamiento y los edificios (18) de montaje.
- 25 **13.** El procedimiento de la Reivindicación 8, en el que la transferencia de los radioisótopos seleccionados (26) comprende transferir los radioisótopos seleccionados (26) directamente entre la piscina (14) de almacenamiento y el interior de las cámaras (42) de montaje de una pluralidad de edificios (18) de montaje ubicados por encima de la piscina (14) de almacenamiento utilizando al menos uno de una pluralidad de árboles (22) de transferencia que conectan la piscina (14) de almacenamiento y los edificios (18) de montaje.

30

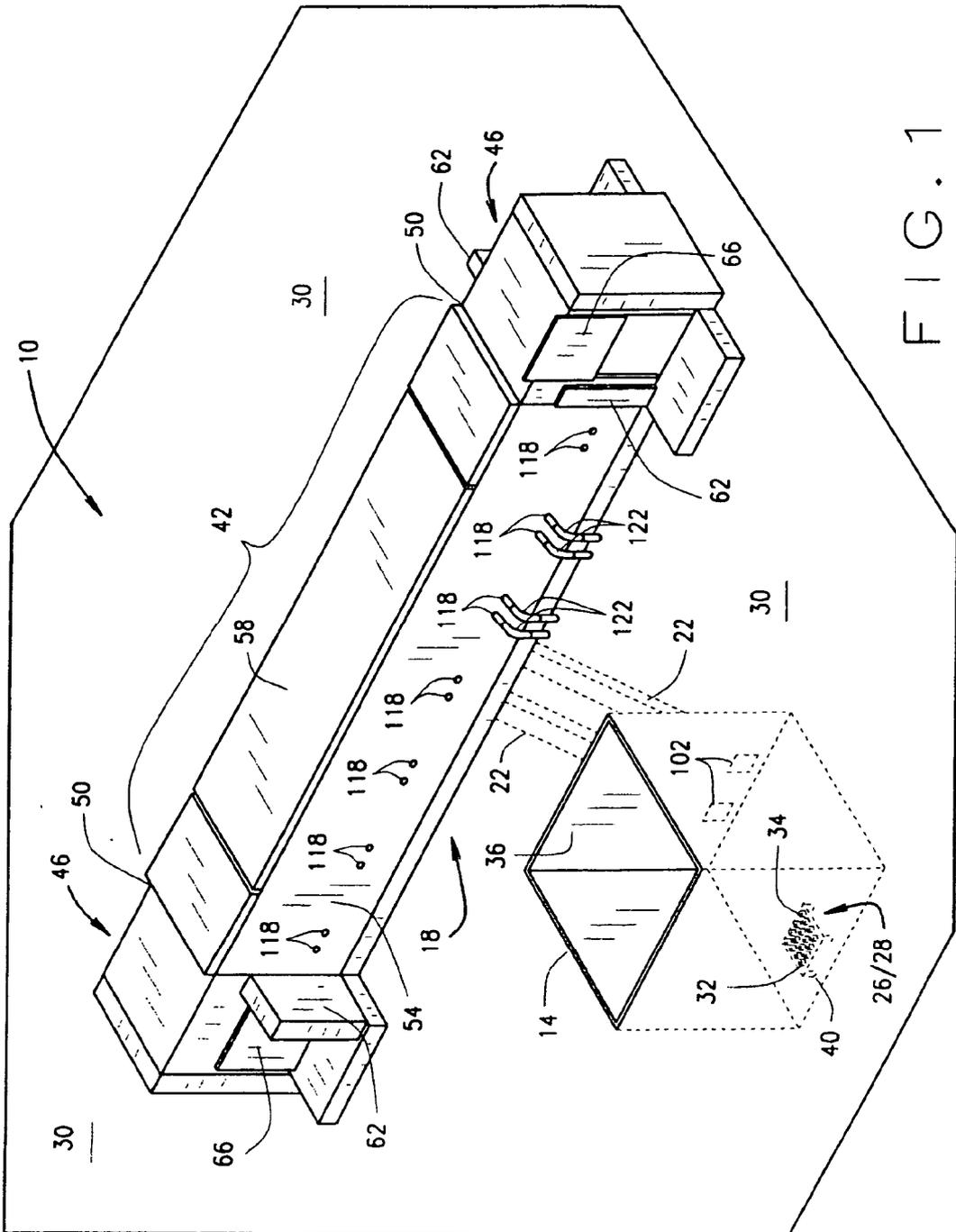


FIG. 1

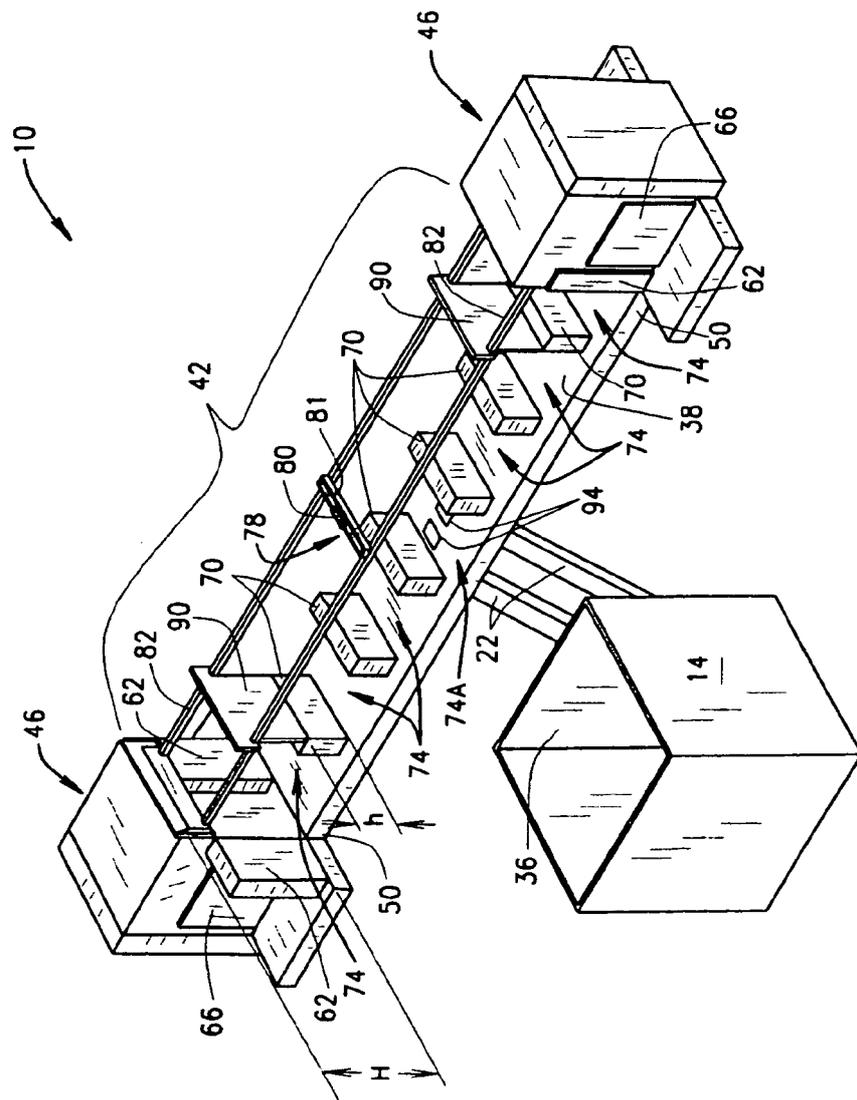


FIG. 4

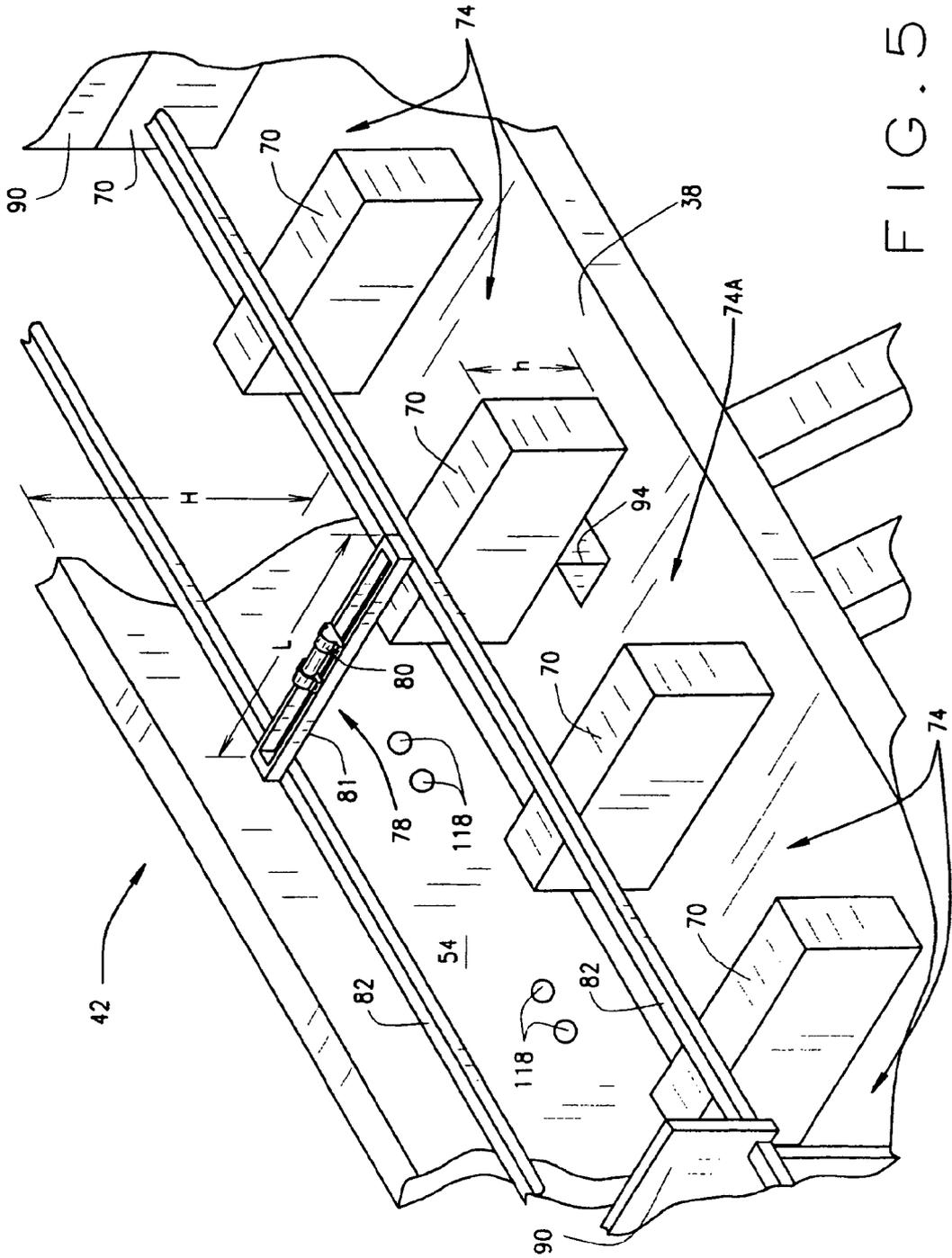


FIG. 5

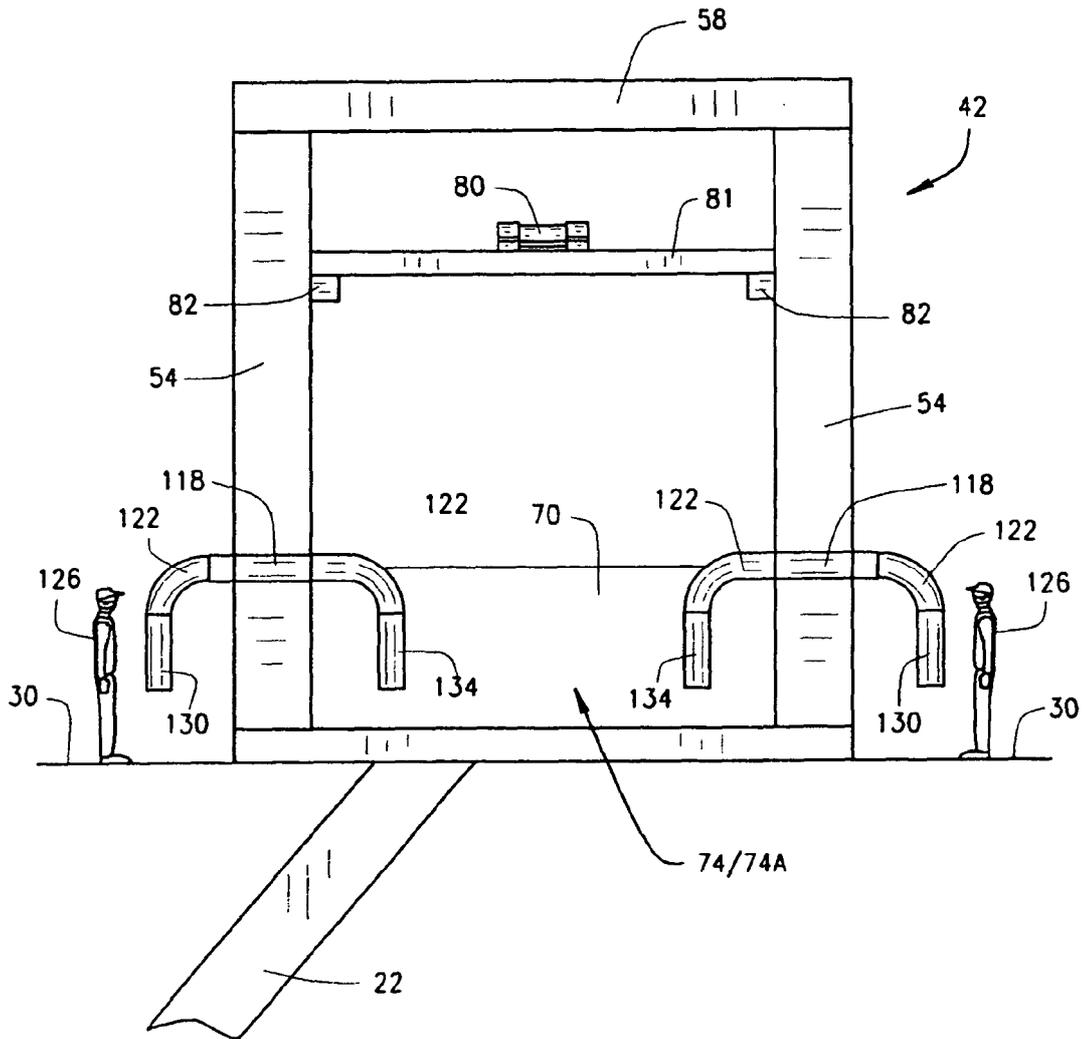


FIG. 8

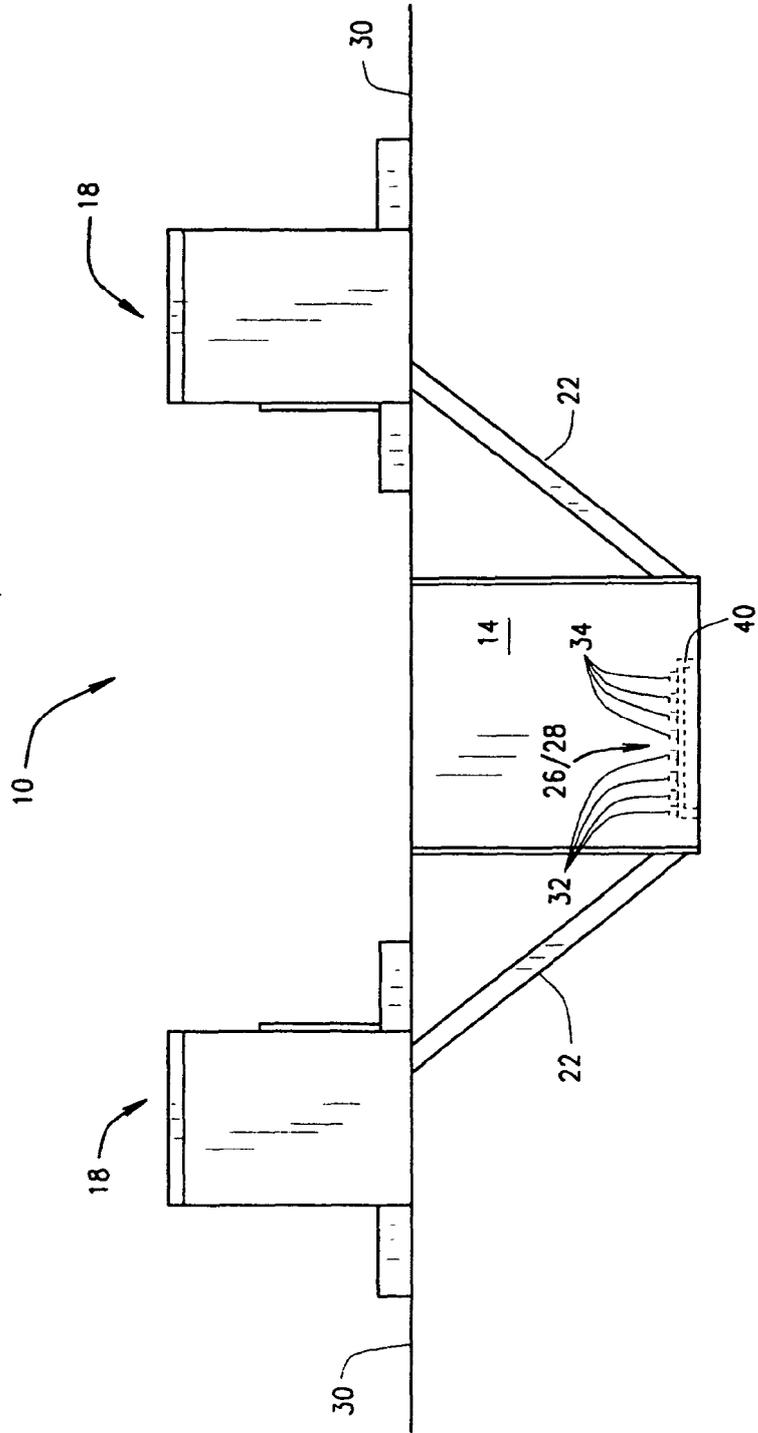


FIG. 9