

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 676 618**

51 Int. Cl.:

B25J 19/02 (2006.01)
B66C 1/00 (2006.01)
B66C 17/00 (2006.01)
G01S 17/00 (2006.01)
G01B 11/00 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)
G21C 19/10 (2006.01)
G21C 19/18 (2006.01)
G21C 19/20 (2006.01)
G21F 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2015** **E 15156814 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018** **EP 2915637**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de alineación óptica de combustible en reactores nucleares**

30 Prioridad:

04.03.2014 US 201414196687

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2018

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VILLA, JAMES V. y
HUNT, BRIAN S.**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 676 618 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 alineación óptica de combustible en reactores nucleares

Antecedentes

5 Como se muestra en la Figura 1, una estación de energía nuclear incluye convencionalmente un recipiente 10 de presión del reactor con diversas configuraciones de combustible y componentes internos del reactor para la producción de energía nuclear. Por ejemplo, el recipiente 10 puede incluir un recubrimiento 30 del núcleo que rodea un núcleo 35 de combustible nuclear que aloja estructuras de combustible, tales como conjuntos 40 de combustible. Una guía 45 superior y un soporte 70 de combustible puede soportar cada conjunto 40 de combustible en el núcleo 35 en sitios específicos. Como se muestra en la Figura 1, cada conjunto 40 puede ocupar una posición dentro de un núcleo 35 generalmente cilíndrico; si cada conjunto 40 tiene una altura axial similar, las posiciones de los conjuntos dentro del núcleo 35 se pueden definir a partir de desplazamientos horizontal y vertical desde un centro u otro punto de referencia en el núcleo 35.

15 Una región 25 de tubo descendente anular se puede formar entre el recubrimiento 30 del núcleo y el recipiente 10, a través de la que el fluido refrigerante y moderador fluyen en el pleno 55 inferior del núcleo. Por ejemplo, en los tipos de reactor agua luz de Estados Unidos, el fluido puede ser agua purificada, mientras que en los reactores de tipo uranio natural, el fluido puede ser agua pesada purificada. En los reactores refrigerados por gas, el fluido refrigerante puede ser un gas, tal como helio, con moderación proporcionada por otras estructuras. El fluido puede fluir hacia arriba desde el pleno 55 inferior del núcleo a través del núcleo 35. Después de calentarse en el núcleo 35, el fluido energético puede entrar en el pleno 60 superior del núcleo debajo del cabezal 65 del recubrimiento.

20 La Figura 2 es una ilustración de una porción del núcleo 35 de combustible de la Figura 1, que muestra varios conjuntos 40 de combustible situados sobre un álabe 80 de control. Durante el funcionamiento, el controlador 12 de la barra de control (Figura 1) maniobra el álabe 80 de la barra de control a una posición axial deseada entre los conjuntos 40 de combustible para obtener una densidad de potencia deseada. El álabe 80 de la barra de control tiene normalmente una sección transversal en cruz o cruciforme; sin embargo, barras y otras formas son conocidos elementos de control utilizables en los reactores nucleares. Cada conjunto 40 de combustible puede incluir un canal 15 exterior que rodea varias barras de combustible u otros elementos de combustible nuclear. Un mango o pasador 85 pueden interconectarse con todos los componentes del conjunto 40 para permitir la manipulación cuerpo rígido del conjunto 40 con el pasador 85. Los conjuntos 40 de combustible se pueden extender a lo largo del núcleo 35 (Figura 1), desde una placa 70 de soporte de combustible en la parte inferior del núcleo 35 hasta los pasadores 85 en la parte superior del núcleo 35. En otras ubicaciones, tales como una piscina de combustible gastado o área de carga de combustible nuevo, los conjuntos 40 de combustible se pueden situar de forma similar, sin elementos de control.

35 De nuevo en la Figura 1, el recipiente 10 se puede sellar y abrirse a través del cabezal 95 superior en la brida 90. Durante la fabricación de plantas y durante las paradas de servicio y/o de reabastecimiento de combustible regulares, el cabezal 95 superior se puede retirar y los operarios y/o equipos pueden acceder a los elementos internos del recipiente 10 para diversos fines. Por ejemplo, con el acceso a los componentes internos del reactor, algunos de los conjuntos 40 de haz de combustible se pueden reemplazar y/o transportar dentro de núcleo 35, y el mantenimiento/instalación en otras estructuras internas y externas del reactor puede realizarse.

40 La Figura 3 es una ilustración de un puente de reabastecimiento de combustible de la técnica relacionada con un mástil y gancho que se pueden utilizar durante las paradas con acceso al recipiente 10 del reactor para realizar la descarga de combustible, recarga, redistribución, y/o mantenimiento. Como se muestra en la Figura 3, un puente 1 de reabastecimiento de combustible se puede situar por encima o sobre la brida 90 cuando se abre el recipiente 10 del reactor. El puente 1 puede incluir un carro 2 capaz de girar y/o moverse lateralmente a cualquier posición horizontal o vertical por encima del núcleo 35 (Figura 1). El carro 2 puede incluir un mástil 3 de reabastecimiento de combustible con caja y gancho 4 de elevación. La caja y gancho 4 de elevación se puede mover horizontal y verticalmente con el carro 2, de tal manera que el mástil 3 y la caja y gancho 4 de elevación se puede situar por encima de las posiciones del conjunto de combustible deseadas en el núcleo 35 con el carro 2. La caja y gancho 4 de elevación se puede extender axialmente desde el mástil 3, tal como a través de un cabrestante o fuerza hidráulica, para alcanzar axialmente hacia abajo una parte superior de los conjuntos 40 de combustible en el núcleo 35 (Figura 1). El gancho 4 se puede acoplar con un conjunto 40 de combustible a través del pasador 85 u otro componente del conjunto de combustible para subir, bajar, cambiar la posición, girar, o de otra manera mover el conjunto 40 a una posición deseada dentro del núcleo 35 o fuera del núcleo 35 (Figura 1). Por ejemplo, la caja y gancho 4 de elevación se pueden mover axialmente hacia arriba o hacia abajo con un conjunto 40 acoplado para retirar o instalar la misma dentro del núcleo 35, y/o la caja y gancho 4 de elevación pueden girar alrededor de un eje o moverse con el carro 2 a otra ubicación de núcleo horizontal/vertical deseada con el conjunto 40 para la redistribución o retirada.

55 Como se muestra en la Figura 3 una cámara local y/o luz 5 se puede fijar a la caja de elevación o gancho 4. La cámara y/o luz 5 pueden grabar y/o iluminar un conjunto 40 de combustible casi acoplado directamente debajo del gancho 4 para permitir la inspección visual del conjunto de combustible por debajo de la caja y gancho 4 de

elevación durante los períodos de acceso. La cámara y/o luz 5 pueden conectarse eléctricamente y/o en comunicación con un módulo de control o receptor en el carro 2 o permitir la inspección o la grabación de los conjuntos de combustible, a medida que se manipulan para los inspectores de combustible.

5 Los documentos US 4.611.292 y JPS5965203 se refieren a un sistema de visión robot. Los documentos US 5.912.934 y JP2009014474 se refieren a un sistema de inspección submarina para instalaciones de energía nuclear.

Sumario

Se proporciona un sistema y procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

10 Las realizaciones ejemplares incluyen sistemas para situar y/o ubicar dispositivos de maniobra dentro de un área de manipulación. Los dispositivos de maniobra puede incluir una amplia variedad de equipos de manipulación, incluyendo grúas, polipastos, ganchos, puentes o mástiles de reabastecimiento de combustible, paladares móviles, carretillas elevadoras, robots de almacén, Rovers de elevación Kiva, etc., que pueden moverse dentro del área de manipulación de interactuar con diversas estructuras o artículos almacenados en el área. Las áreas de manipulación puede incluir un almacén, un suelo de montaje, un reactor nuclear o núcleo del mismo, una piscina de combustible gastado, un área de contención de combustible, una planta de fabricación, un patio de almacenamiento, etc. donde
15 los artículos se colocan en diferentes posiciones y se trasladan a diferentes posiciones para alcanzar los objetivos operativos. Los dispositivos de maniobra se mueven en relación con estos artículos y pueden interactuar con los artículos elevando o acoplando y moviendo los artículos dentro del área. Uno o más dispositivos electromagnéticos se mueven con los dispositivos de maniobra para irradiar la radiación electromagnética relativamente precisa sobre la artículos, área y/o límites del área de modo que un operario, como un usuario humano o detector
20 electromagnético, puede determinar una posición y/u orientación del dispositivo de maniobra con respecto al área y/o en relación con los artículos en las posiciones definidas dentro del área. Los dispositivos electromagnéticos pueden incluir varios tipos de emisores, incluyendo generadores de luz visible, como LED, bombillas incandescentes o fluorescentes, haces láser, etc., algunos de los que pueden generar haces de luz relativamente dirigidos y potencialmente coherentes que forman líneas o planos mediante el uso de lentes y/o reflectores.

25 Los sistemas ejemplares se pueden utilizar con dispositivos automáticos como un procesador de hardware y controlador que puede operar los dispositivos de maniobra basándose en la luz detectada, sin interacción humana o como una verificación en las operaciones de humanos. Ese equipo configurado correctamente, puede almacenar una lista de artículos y otros puntos de interés por posición en el área de manipulación y mover el dispositivo de maniobra a estas posiciones deseadas para manipular o mover el artículo, utilizando la posición de la luz desde un
30 emisor en el dispositivo de maniobra para determinar la ubicación del dispositivo de maniobra. Por ejemplo, un procesador informático puede trabajar desde una lista de movimientos de combustible deseados que incluye una serie de posiciones inicial y final de los haces, y las posibles orientaciones. Emisores láser en un mástil u otra estructura de manipulación de combustible pueden irradiar una línea de láser que incide sobre un pared del reactor, guía superior, u otra estructura que se encuentre en una posición rígida, conocida en relación con las posiciones de
35 núcleo en el reactor, y un detector en o alrededor del reactor puede detectar y procesar estas ubicaciones donde los láseres se irradian para determinar la posición y/u orientación de la estructura de manipulación de combustible. El procesador y la electrónica de control pueden mover las estructuras de manipulación, a veces con combustible, entre las ubicaciones y/u orientaciones originales y finales utilizando los puntos de láser para calcular o verificar la colocación hasta que la lista de movimientos se completa.

40 Varias configuraciones diferentes del dispositivo de maniobra y de los dispositivos electromagnéticos se pueden utilizar en las realizaciones ejemplares, siempre que las emisiones electromagnéticas se emitan desde los dispositivos de maniobra de forma conocida. Por ejemplo, varios emisores se pueden fijar en varios ángulos para emitir en diferentes direcciones desde el dispositivo de maniobra. Diferentes emisores pueden operarse de forma individual y pueden apagarse o utilizar diferentes características de luz para identificar correctamente la ubicación u
45 orientación del dispositivo de maniobra. Los emisores y la radiación electromagnética emitida de los mismos se pueden calibrar contra desplazamientos o interferencias conocidas para asegurar la determinación exacta de la posición de la reflexión de la radiación. Los dispositivos electromagnéticos que se pueden utilizar como emisores se pueden configurar en función de su entorno de uso; los utilizados en un reactor nuclear pueden ser impermeables y/o endurecerse contra la radiación, por ejemplo.

50 **Breve descripción de los dibujos**

Las realizaciones ejemplares se harán más evidentes describiendo, en detalle, los dibujos adjuntos, en los que elementos similares están representados por números de referencia similares, que se dan a modo de ilustración solamente y no limitan, por lo tanto, los términos que representan.

55 La Figura 1 es una ilustración de un recipiente de energía nuclear de la técnica relacionada y de sus componentes internos.

La Figura 2 es una ilustración de un grupo controlado de conjuntos de combustible de la técnica relacionada durante su uso con un álabe de barra de control.

La Figura 3 es una ilustración de un puente de reabastecimiento de combustible de la técnica relacionada.

La Figura 4 es una ilustración de un sistema de posición y alineación del equipo de manipulación de combustible ejemplar.

5 La Figura 5 es una ilustración de otro sistema de posición y alineación del equipo de manipulación de combustible ejemplar.

La Figura 6 es una ilustración de otro sistema de posición y alineación del equipo de manipulación de combustible ejemplar.

La Figura 7 es una ilustración de un sistema de posición y alineación del equipo de manipulación de combustible ejemplar.

10 **Descripción detallada**

Este es un documento de patente, y amplias reglas generales de construcción deben aplicarse cuando se lee y comprende el mismo. Todo lo descrito y mostrado en la presente memoria es un ejemplo de la materia objeto que cae dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. Cualquier detalle estructural y funcional específico descrito en la presente memoria es meramente con fines de describir el cómo realizar y utilizar las realizaciones o procedimientos ejemplares. Varias realizaciones diferentes no descritas específicamente en la presente memoria caen dentro del alcance de la reivindicación; como tal, las reivindicaciones se pueden realizar de muchas formas alternativas y no deben interpretarse como limitadas solamente a las realizaciones ejemplares expuestas en la presente memoria.

20 Se entenderá que, si bien los términos primero, segundo, etc. pueden utilizarse en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deberían estar limitados por estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse un segundo elemento, y, de manera similar, un segundo elemento podría denominarse un primer elemento, sin apartarse del alcance de las realizaciones ejemplares. Tal como se utiliza aquí, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

25 Se entenderá que cuando un elemento se refiere como estando "conectado", "acoplado", "enganchado", "unido" o "fijado" a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o pueden haber elementos intermedios presentes. Por el contrario, cuando un elemento se denomina como "estando directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Otros términos utilizados para describir la relación entre los elementos deben interpretarse de manera similar (por ejemplo, "entre" frente a "directamente entre", "adyacente" frente a "directamente adyacente", etc.). De manera similar, un término tal como "conectado en comunicación" incluye todas las variaciones de trayectorias de intercambio de información entre dos dispositivos, incluidos dispositivos intermediarios, redes, etc., conectados de forma inalámbrica o no.

30 Como se utiliza en la presente memoria, las formas singulares "un", "una" y "el/la" pretenden incluir tanto la forma singular como plural, a menos que el lenguaje indique explícitamente lo contrario con palabras como "solamente", "individualmente", y/o "únicamente". Se entenderá además que los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye" y/o "incluyendo", cuando se utilizan aquí, especifican la presencia de características, etapas, operaciones, elementos, ideas, y/o componentes, pero no excluye la presencia o adición a sí mismos de una o más de otras características, etapas, operaciones, elementos, componentes, ideas, y/o grupos de los mismos.

40 También debe observarse que las estructuras y operaciones que se describen a continuación pueden ocurrir fuera del orden descrito y/o indicado en las Figuras. Por ejemplo, dos operaciones y/o figuras que se muestran en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse simultáneamente o, a veces pueden ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/actos involucrados. Del mismo modo, las operaciones individuales dentro de los procedimientos ejemplares que se describen a continuación pueden ejecutarse de forma repetitiva, individualmente o secuencialmente, a fin de proporcionar un bucle u otra serie de operaciones aparte de las operaciones individuales que se describen a continuación. Se debe suponer que cualquier realización que tiene las características y funcionalidad descritas a continuación, en cualquier combinación viable, cae dentro del alcance de las realizaciones ejemplares.

50 Los inventores han reconocido los problemas derivados de los sistemas de posicionamiento y alineación existentes que se basan en los cálculos de determinación de la distancia o de movimiento en una pieza maestra del equipo de manipulación. Por ejemplo, un carro 2 de la técnica relacionada en el puente 1 de reabastecimiento de combustible (Figura 3) puede utilizar enclavamientos eléctricos para moverse horizontal o verticalmente sin relación a una posición real de los conjuntos de combustible o posiciones de núcleo a acceder. Por tanto, incluso movimientos finos para establecer las posiciones del carro 2 y del mástil 3 unido (Figura 1) pueden no alinearse con las posiciones de núcleo o del combustible, lo que requiere la verificación visual local del combustible apropiado y la identidad de ubicación con cámaras en el núcleo, lo que puede tomar tiempo y tiene una baja precisión, requiriendo además el movimiento de combustible lento y varias etapas de (re-)verificación durante la redistribución de combustible. Los inventores han reconocido que una referencia clara, rápida para determinación de la posición del equipo de

manipulación con respecto a los haces de combustible, posiciones básicas, u otros artículos a ser manipulados puede eliminar por completo la necesidad de la inspección visual o intervención humana repetida en las maniobras. La siguiente divulgación supera únicamente estos y otros problemas, y únicamente aprovecha estas y otras ventajas, reconocidas por los inventores en el combustible nuclear y otros equipos de maniobra de artículos.

5 La presente invención se refiere a sistemas y/o procedimientos que permiten la determinación de la ubicación de equipos de manipulación con respecto a las estructuras que son manipuladas por los equipos en un área particular utilizando la luz reflejada desde el área y/o estructuras para determinar la ubicación. En contraste con la presente invención, las pocas realizaciones ejemplares y procedimientos ejemplares que se describen a continuación ilustran solo un subconjunto de la variedad de configuraciones diferentes que se pueden utilizar como y/o en conexión con la
10 presente invención.

La Figura 4 es un esquema de un núcleo 35 de reactor nuclear que utiliza un sistema 100 de alineación de la realización ejemplar. Tal como se muestra en la Figura 4, los cuadrados individuales representan los conjuntos 40 de combustible o posiciones para los mismos dentro del núcleo 35 en el interior 10 del reactor cuando se ve desde una altura axial. Aunque la Figura 4 ilustra un núcleo con aproximadamente 1.132 conjuntos de combustible, como
15 los que se encuentran en los diseños de un Reactor de Agua en Ebullición Económico Simplificado, otros tamaños de núcleo y formas se pueden utilizar con las realizaciones ejemplares. Como se define aquí, "horizontal" y "vertical" son direcciones perpendiculares en un plano del núcleo 35 de la Figura 4, mientras que "axial" es una dirección de profundidad al menos en algún grado en, o fuera de, la Figura 4 y perpendicular tanto a la horizontal como a la vertical.

20 Como se muestra en la Figura 4, un mástil 3 de reabastecimiento de combustible puede descender axialmente hacia el núcleo 35 durante los períodos de acceso al reactor 10, tal como durante las paradas, fabricación de planta o desmantelamiento, y/u otros tiempos de mantenimiento. El mástil 3 puede ser un mástil de la técnica existente o relacionada que desciende desde un carro 2 o puente 1 de reabastecimiento de combustible como en la Figura 3, u otro tipo, tal como uno suspendido por una grúa, por ejemplo, e incluir estructuras de manipulación de combustible,
25 como una caja y/o gancho de elevación para la elevación, giro, colocación y/u otro movimiento de los conjuntos 40 de combustible y, potencialmente, otros estructuras de la planta nuclear.

Sistema 100 de alineación de la realización ejemplar incluye al menos un emisor 110 de línea visible situado con el mástil 3. El emisor 110 de línea visible puede ser cualquier dispositivo que pueda generar y emitir un haz 111 de luz visible y recto en el reactor 10 con suficiente coherencia para alcanzar una posición periférica del núcleo 35 con
30 fidelidad recta mientras es perceptible por los operarios u otros sensores visuales. Por ejemplo, el emisor 110 de línea visible puede ser un láser y/o una luz LED centrada.

El emisor 110 de línea visible en el sistema 100 de la realización ejemplar se configura para operar en un entorno de reactor nuclear y se puede endurecer contra la radiación y/o sellarse para ser estanco a fluidos para las operaciones dentro de las profundidades del refrigerante del reactor. Por ejemplo, el emisor 110 de línea visible y cualquier
35 conexión de comunicación o de potencia asociada se pueden fabricar totalmente de materiales que no arrastran partículas radiactivas o que cambian significativamente las características físicas cuando se exponen a radiación en un reactor nuclear alimentado, y/o el emisor 110 de línea visible se puede sellar en una caja transparente que evita la entrada y/o la contaminación del fluido.

El emisor 110 de línea visible se puede energizar y operarse localmente, como por ejemplo, con una batería de emplazamiento común, o puede accionarse u operarse de forma remota, tal como a través de una línea 155 de suministro y fuente 150 de energía y/o una conexión inalámbrica a distancia, por ejemplo. Los emisores 110 se pueden reemplazar o utilizarse también con las luces o cámaras 5 locales convencionales (Figura 1), que pueden ya
40 incluir cables de alimentación y puntos de fijación a un gancho inferior donde emisores 110 pueden instalarse. De esta forma, los operarios o sistemas automáticos pueden activar y desactivar, o incluso cambiar de dirección o las características de la luz procedente de, el emisor 110 de forma remota, como en el carro 2 (Figura 3) o en ubicaciones fuera del sitio.

Como un ejemplo específico, el emisor 110 de línea visible puede ser un láser rojo de mayor potencia que emite un plano 111 de luz (mostrado con líneas de trazos en algunos puntos del plano) mediante una lente de creación del plano. El haz 111 planar tiene suficiente intensidad para ser visible a través de 7,6 metros (veinticinco pies) de agua
50 en el reactor 10, lo que tiende a absorber longitudes de onda roja. El plano 111 de luz se puede extender en un plano axial horizontal desde el emisor 110. Cuando el plano 111 de luz se cruza con el combustible 40 u otras estructuras en una parte superior del núcleo 35, se puede formar una línea roja que es fácilmente visible contra los verdes y azules típicos encontrados en un entorno del reactor. Dada la intensidad suficiente, el plano 111 de luz puede ser visible incluso si se genera a partir de una parte superior del núcleo 35 durante la manipulación de
55 combustible. O, por ejemplo, el emisor 110 de línea visible puede ser una luz blanca incandescente o fluorescente con un reflector parabólico o lente que genera un haz 111 de luz recto altamente enfocado con intensidad suficiente para ser visible en una posición de borde relativamente precisa a decenas de metros de distancia.

El emisor 110 de línea visible se coloca sobre mástil 3 en cualquier posición que dirija una línea de luz a una periferia del núcleo 35, incluyendo una parte superior o inferior del mástil 3 directamente en el mástil 3, en un puente

1 de reabastecimiento de combustible mostrado en la Figura 3, en una caja y gancho de elevación telescópica, etc., por ejemplo. Así situado, el emisor 110 de línea visible proyecta un haz 111 de luz a un punto 112 de intersección cerca de una periferia que permite la determinación de la posición y/o la alineación del emisor 110 con respecto a un conjunto 40 de combustible, el núcleo 35, el reactor 10, y/u otra estructura de interés. El emisor 110 de línea visible se puede instalar en cualquier momento durante el acceso al reactor 10 y/o el mástil 3 o cualquier otra estructura a la que se fija el emisor 110. Por ejemplo, los emisores 110 se pueden fijar de forma desmontable al mástil 3 (Figura 3) al comienzo de una parada y retirarse después de una parada, o los emisores 110 podrían ser características permanentes del carro 2, instalados con el carro 2 durante la fabricación de la planta o más tarde como una modificación de actualización.

Por ejemplo, el emisor 110 de línea visible se puede fijar a una parte inferior del mástil 3 orientado verticalmente hacia abajo, en una dirección cardinal de un punto más inferior del reactor 10. El haz 111 de luz creado por el emisor 110 puede crear un punto 112 de intersección con un borde inferior 10 del reactor, permitiendo que un operario determine la posición horizontal del emisor 110. El punto 112 de intersección se puede crear también con otra estructura periférica en o alrededor del reactor 10, potencialmente una con degradaciones horizontales y verticales específicas y precisas que reflejan posiciones en el núcleo 35, como una guía 45 superior (Figura 1) dentro del reactor 10 o un índice graduado alrededor de una brida del reactor 10. De manera similar, las mediciones angulares de una orientación de 0 grados de base, que puede ser cuadrada con conjuntos 40 de combustible, pueden proporcionarse para su comparación contra los puntos 112 de intersección para determinar el giro relativo a la orientación de base.

Desde el punto 112 de intersección, un operario u otro detector pueden determinar aún más la posición horizontal del mástil 3 con respecto al núcleo 35 y los conjuntos 40 de combustible en su interior, en virtud del emisor 110 que se fija rígidamente al mástil 3. Un operario o detector puede también determinar las posiciones relacionadas como la ubicación del conjunto 40 de combustible y/o el posicionamiento del carro, con respecto al reactor 10. Si el haz 111 de luz es relativamente fuerte y fino, tal como procedente de un láser que lanza un punto de luz de varios milímetros espesor, el punto 112 de intersección puede proporcionar un indicador rápido y de alta precisión de la posición del emisor 110 con relación al reactor 10 y/o el núcleo 35. De manera similar, si el haz 111 de luz es un plano generado a partir de una lente plana o varios emisores 110, una línea bastante sólida 111 se puede generar por la intersección con las partes superiores de los conjuntos 40 hasta el punto 112 de intersección, proporcionando una fácil identificación del punto 112 de intersección y de las posiciones determinables de los mismo, entre el mástil 3 y el punto 112 de intersección.

Como se muestra en la Figura 4, múltiples emisores 110 de línea visible se pueden utilizar en el sistema 100 de la realización ejemplar. Mientras que un solo emisor 110 de línea visible puede generar una sola línea 111 de luz y el punto 112 de intersección, los múltiples emisores 110 de línea pueden generar varias líneas 111 y/o puntos 112 de intersección desde los que se pueden hacer varios tipos diferentes de determinaciones de posición/de alineación. Los múltiples emisores 110 de línea visible pueden ser dispositivos distintos fijados, accionados, y/u operados por separado en el sistema 100 de la realización ejemplar, o un dispositivo unitario capaz de emitir varias líneas, como un emisor láser de plano transversal como un Láser de Nivelación de Plano Doble Bosch GLL2-80 adaptado para el uso del reactor. Múltiples emisores 110 de línea visible se pueden situar en posiciones angulares y/o axiales variadas, emitir diferentes tonos y/o intensidades de luz, y/o poder operarse independientemente, con el fin de proporcionar información de posicionamiento y alineación en una variedad de operaciones del reactor.

Por ejemplo, cuatro emisores 110 de línea visible se pueden utilizar, cada uno colocado en un incremento de 90 grados sobre una parte inferior del mástil 3, similar a la disposición mostrada en la Figura 4. De este modo, cada emisor 110 puede emitir un haz 111 de luz en incrementos de 90 grados y crear cuatro puntos 112 de intersección en los bordes del núcleo 35. Cuatro puntos 112 de intersección pueden permitir tanto el desplazamiento horizontal como vertical del mástil 3 con respecto al núcleo 35, los conjuntos 40, y el reactor 10. A partir de estas posiciones horizontal y vertical, un operario o programa puede determinar en cuál conjunto 40 de combustible o posición abierta en el núcleo 35 el mástil 3 está operando. Si los emisores 110 en este ejemplo son emisores planos, puede formarse una línea relativamente sólida desde los puntos 112 de intersección hasta una cruz central en un conjunto 40 de combustible o posición abierta en el núcleo 35 para una fácil verificación o corrección de la posición del equipo de manipulación de combustible con respecto a una ubicación del conjunto o del núcleo deseada.

La Figura 5 es similar a la Figura 4, mostrando una colocación más fina de varios emisores 110 de línea visible en el sistema 200 de la realización ejemplar utilizando un mástil 3 giratorio. Como se muestra en la Figura 5, hasta ocho emisores 110 de línea visible se pueden disponer en incrementos de 45 grados alrededor de las posiciones establecidas del mástil 3. En el ejemplo de la Figura 5, el mástil 3 se puede girar además alrededor de su eje, como se muestra por la flecha, además del desplazamiento vertical y horizontal durante las maniobras de combustible.

Múltiples emisores 110 de línea visible en incrementos de ángulo más pequeños pueden permitir la verificación visual de la alineación y la posición en varias posiciones de giro del mástil 3. Por ejemplo, a medida que el mástil 3 gira a 45 grados desde una orientación de base, tal como durante la manipulación de un haz de combustible, solamente un subconjunto de los cuatro emisores 110 de línea visible cardinalmente alineados se puede utilizar para determinar la posición. Como se muestra en la Figura 5, cuatro emisores 110 asociados con la verdadera vertical y horizontal se pueden utilizar, con los haces 111 de luz y los puntos 112b de intersección cardinales utilizados para la

determinación de la posición cuando el mástil 3 se hace girar 45 grados. Los emisores 110 no alineados asociados con los puntos 112a de intersección pueden ignorarse, ya que no muestran verdadera posición horizontal o vertical cuando se hacen girar. Del mismo modo, a medida que el mástil gira a 90 grados, los otros cuatro emisores 110 se pueden utilizar puesto que sus puntos 112a de intersección se alinearán ahora con los bordes verticales y horizontales del reactor 10 para determinar la posición, mientras que los primeros cuatro emisores 110 que crean los puntos 112b de intersección, no alineados, pueden ignorarse.

Múltiples emisores 110 se pueden operar de forma independiente. De este modo un operario o programa puede desactivar los emisores 110 en giros, u otras posiciones, del mástil 3, donde los haces 111 de luz de tales emisores no se alinean con la horizontal o la vertical o de otro modo no son útiles, mientras que los emisores 110 de activación se alinean con la horizontal y a vertical. Esto puede evitar la confusión del operario y asegurar que solo unos pocos puntos de intersección (112b en la Figura 5) que corresponden correctamente a la horizontal y vertical sean fiables para posicionamiento del mástil 3, el conjunto 40 de combustible, el carro 2, etc.

Del mismo modo, si al menos un emisor 110 de línea visual emite un tipo diferente de luz en un haz 111 único, los usuarios u otros observadores visuales pueden asociar el uno o más únicos tipos de luz con un emisor 110 de línea visual individual en una posición particular alrededor del mástil 3. De este modo los usuarios pueden determinar tanto el giro relativo del mástil 3, así como los puntos 112 de intersección que reflejan la verdadera horizontal y vertical basándose en el posicionamiento del punto 112 de intersección del haz de luz único.

Como un ejemplo adicional de cómo múltiples emisores 110 se pueden operar con un mástil 3 giratorio mientras no se pierden los puntos 112 de intersección en las posiciones horizontales y verticales verdaderos, los emisores 110 pueden girar sobre el mástil 3 u otra estructura a la que los emisores 110 se conectan a fin de permanecer señalando en las direcciones cardinales horizontal y vertical con respecto al núcleo 35 y al reactor 10. Por ejemplo, los emisores 110 se pueden montar en una pista unida al mástil 3 e incluyen un motor que gira en sentido contrario los emisores 110 sobre la pista a medida que el mástil 3 gira. Tal pista y motor de este tipo pueden estar en comunicación con las señales del operario procedentes del carro 2 donde un operario controla el giro del mástil, para girar en sentido contrario múltiples emisores 110. En este ejemplo, un emisor 110 adicional puede aún estar directamente unido o girar de otro modo con el mástil 3 para determinar el giro del mástil 3. Tal emisor 110 adicional puede utilizar una luz de color única o tener un patrón de luz, dirección, luz estroboscópica única, etc. para diferenciar cualquier punto 112 de intersección generado de ese modo como un indicador de giro y no como un punto de posicionamiento vertical u horizontal.

Dondequiera que se fijen los emisores 110 de línea visible en los sistemas de la realización ejemplar, un operario o sistema de inspección visual puede calibrar la posición conocida contra la distorsión potencial, incluyendo la redirección causada al pasar a través de superficie del fluido o gradiente de temperatura, así como el desplazamiento desde las estructuras de interés, potencialmente causado por un arqueamiento o movimiento espurio. Por ejemplo, con un emisor 110 de línea visible fijado a una parte inferior del mástil 3, pero por encima de un gancho que se extiende y directamente interactúa con el conjunto 40, un desplazamiento o arqueamiento vertical/horizontal/retorcido conocido en el gancho con relación a la parte inferior del mástil 3 puede tener en cuenta en la determinación de la posición del gancho desde el punto 112 de intersección del emisor 110. De manera similar, si un emisor 110 de línea visible se fija a un carro 2 por encima de un refrigerante en el reactor 10, un operario puede calibrar el sistema 100 para tener en cuenta la refracción moviendo el carro 2 en una ubicación conocida y midiendo el punto 112 de intersección frente a la posición conocida. Tal calibración puede realizarse en cada período de parada o mantenimiento y/o cada vez que se instalan los emisores 110.

La Figura 6 es una vista esquemática de otro sistema 300 de la realización ejemplar que puede utilizar emisores 110 para determinar automáticamente las posiciones del carro 2, el puente 1, el mástil 3, el conjunto 40 de combustible o la posición del núcleo del mismo, etc. Como se muestra en la Figura 6, dos emisores 110 de línea visible se montan en un carro 2 o puente 1, por encima del reactor 10 abierto, en este ejemplo. Los emisores 110 de línea visible pueden emitir haces 111 de laser planos de color verde brillante en el sistema 300, con suficiente intensidad y barrido para llegar a una periferia 10 del reactor y crear los puntos 112 de intersección visibles que coinciden con la posición vertical y horizontal de las estructuras 1, 2, 3, 4, etc. de gestión de combustible con respecto al núcleo 35.

Debido a que dos emisores 110 pueden estar en un mismo nivel axial pero desplazados (uno junto al otro) en una posición horizontal o vertical en el carro 2 o puente 1, los emisores 110 pueden compensarse al estar ligeramente en ángulo para tomar en cuenta su desplazamiento basándose en una profundidad del núcleo 35 en el reactor 10. De esta manera, los emisores 110 pueden formar una intersección o cruce entre sus dos planos 111 con precisión en un conjunto 40 de combustible o posición del núcleo directamente a continuación y someterse a las operaciones del carro, puente, mástil, gancho, etc. Es decir, una intersección de mayor intensidad de haces 111 planos puede estar en una ubicación asociada exactamente y precisamente con la posición de los emisores 110 y estructuras conectadas a la misma. Por supuesto, la calibración como se ha descrito anteriormente puede realizarse con respecto al posicionamiento, ángulo, y/ cálculo del emisor de un desplazamiento conocido (debido al arqueamiento, refracción, deriva, movimiento espurio, etc.) entre el equipo al que están sujetos los emisores 110 y la posición verdadera en el núcleo 35 para asegurar la precisión de la relación entre el posicionamiento del carro/puente/mástil/gancho y la posición de ubicación del combustible/núcleo calculada a partir de haces de luz 111 y/o puntos 112 de intersección.

Como se muestra en la Figura 6, un dispositivo 310 de detección visual, como una cámara o paquete de lentes con fotodiodo u otro sensor, se coloca también para ver las líneas 111 y puntos 112 de intersección creados en el reactor 10 por los emisores 110. El dispositivo 310 de detección de visual se puede montar de manera similar junto a los emisores 110 o puede estar en cualquier otra posición con acceso visual al reactor 10, incluyendo montado encima o dentro del reactor 10 en una posición fija. El dispositivo 310 de detección de visual se puede configurar específicamente para detectar un único tipo de luz generada por los emisores 110. Por ejemplo, los emisores 110 pueden operar a una frecuencia específica de la luz, y el dispositivo 310 de detección visual puede calibrarse para filtrar otras frecuencias de luz de aquellas creadas por los emisores 110.

La cámara 310 se conecta a un procesador 320 visual. El procesador 320 puede incluir uno o más procesadores informáticos conectados a y programados o de otro modo configurados para controlar los diversos elementos del sistema 300 de la realización 300 ejemplar. El procesador 320 puede además configurarse para ejecutar procedimientos ejemplares, incluyendo el procesamiento de datos visuales de la cámara 310 para determinar la posición de otros elementos, el control del carro 2 o puente 1, y/o controlar el movimiento y redistribución de combustible, por ejemplo. El procesador 320 puede ser cualquier procesador informático, potencialmente con caché de procesador asociado, memoria transitoria, búfer de vídeo, etc., configurado o programado para procesar la información visual de la cámara 310 y determinar los puntos 112 de intersección, la posición y la intersección de los haces de luz 111, y/o un conjunto de combustible 40 o posición en el núcleo 35 en el que el mástil 3 interactuará, por ejemplo.

El procesador 320 se conecta a un controlador de operaciones 330 que puede accionar y mover uno cualquiera del puente 1, carro 2, mástil 3, caja 4 del gancho (Figura 3), y cualquier otra estructura de manipulación de combustible. Basándose en la entrada procedente del procesador 320, el controlador 330 puede mover estas estructuras a las posiciones deseadas en el núcleo 35 e iniciar el movimiento de combustible, incluyendo enganchar conjuntos de combustible individuales y extender cualquier caja del gancho para subir o bajar el combustible asegurada a la misma. Por ejemplo, el procesador 320 puede programarse con una orden de movimiento de combustible por la colocación inicial y final en el núcleo 35 y, mediante la lectura de los puntos 112 de intersección y la intersección de haces 111 de luz, determinar la colocación apropiada del carro, puente, mástil, gancho, etc. para llegar a las posiciones inicial y final con alta precisión. El procesador 32 puede instruir al controlador 330 mover las estructuras de gestión de combustible a estas posiciones determinadas, verificar la posición absoluta o relativa de las mismas, y/o iniciar la instalación o retirada de combustible, en las posiciones determinadas. O, por ejemplo, un operario humano, en el carro 2 o en una ubicación remota, puede controlar la redistribución de combustible a través del controlador 330 y recibir la verificación del posicionamiento y la secuencia apropiada de operaciones similares del procesador 320.

Dada la variedad de funciones ejemplares descritas en la presente memoria, los sistemas de las realizaciones ejemplares se pueden estructurar en una variedad de maneras para proporcionar la funcionalidad deseada. Aunque los elementos y funcionalidades en red del sistema 300 de la realización ejemplar se muestran en la Figura 6 como componentes individuales con las agrupaciones y subcomponentes específicos, se entiende que estos elementos pueden situarse conjuntamente en un único dispositivo que tiene sistemas de archivo y/o almacenamiento de datos adecuadamente diferenciados y configuraciones de procesamiento. Como alternativa, los elementos mostrados en la Figura 6, como el detector 310 visual, el procesador 320 visual, y el controlador 330 pueden ser remotos y puede haber una pluralidad, con funcionalidad compartida a través de varias piezas de hardware, cada uno conectado en comunicación a velocidades adecuadas para proporcionar la transferencia y el análisis de datos necesarios, si, por ejemplo, más recursos o una mejor logística están disponibles en ubicaciones distintas. Otras divisiones y/u omisiones de estructuras y funcionalidades entre cualquier número de módulos, procesadores y/o servidores separados se pueden utilizar con los sistemas de posicionamiento de las realizaciones ejemplares, incluyendo la ejecución en una sola máquina o entre servidores y procesadores exclusivos distantes.

Si bien las realizaciones ejemplares se han mostrado en las Figuras 4-6 en un entorno reactor nuclear, se entiende que otros entornos son compatibles con los sistemas y procedimientos ejemplares. Por ejemplo, en lugar del reactor 10, una piscina de combustible gastado o área de contención o almacenamiento de combustible se puede utilizar igualmente con los sistemas ejemplares, con la apropiada re-calibración del posicionamiento del emisor y de las características potencialmente emisoras de luz para tomar en cuenta un tamaño diferente del área. O, por ejemplo, como se muestra en la Figura 7, un sistema 400 de la realización ejemplar puede operar en una planta de fabricación, almacén o patio de almacenamiento. En la Figura 7, varios artículos 740 se disponen sobre el suelo de la planta, potencialmente sobre varias piezas del equipo de manipulación o fabricación, como el transportador 760. La grúa o polipasto 701 puede moverse libremente horizontal y verticalmente por encima de los artículos 740 e incluye un gancho, garfio, imán, etc. capaz de elevar y/o mover de otro modo los artículos 740.

Como se muestra en la Figura 7, múltiples emisores 110 de línea visual se fijan a la grúa 701, donde los emisores 110 emiten haces 111 de luz axialmente hacia abajo hacia los artículos 740. Los haces 111 de luz pueden ser planos o lineales, y pueden alcanzar la periferia del suelo u otro elemento de determinación de posición o graduado alrededor de los artículos 740 en los puntos 112 de intersección. Si los haces 111 crean múltiples líneas a lo largo de los artículos 740 cuando inciden sobre un suelo, un usuario, cámara u otro dispositivo de detección visual puede identificar de manera similar la posición de la grúa 701 basándose en la convergencia de dichas líneas. Similar a otro ejemplo, los puntos 112 de intersección y/o la ubicación de los haces 111 de luz se pueden utilizar para

determinar la posición absoluta o relativa de la grúa 701 y colocar apropiadamente la grúa 701 sobre un artículo 740 para la interacción y/o reubicar la grúa 701 que ya contiene un artículo 740 sobre una ubicación de depósito deseada, como la cinta 760 transportadora.

5 El sistema 400 de la realización ejemplar se puede utilizar además con sistemas y procedimiento automatizados, al igual que el sistema 300 de la realización ejemplar. Por ejemplo, un procesador y controlador se pueden programar para acceder a los artículos en posiciones conocidas específicas en el sistema 400, y un procesador y controlador de este tipo, a través de un dispositivo de detección visual, pueden mover automáticamente la grúa 701 a las posiciones que coinciden con los artículos 740 deseados mediante el uso de los puntos 112 de intersección detectado, los haces 111 de luz, y/o combinaciones de los mismos. La grúa 701 puede después hacerse descender para agarrar o liberar un artículo deseado en la posición verificada.

10 Los sistemas ejemplares que se describen anteriormente con varios tipos diferentes de funcionalidades, procedimientos ejemplares son evidentes a partir de los mismos. Por ejemplo, los operarios de reactores nucleares pueden utilizar los sistemas ejemplares para automatizar el movimiento de combustible y la manipulación entre un núcleo del reactor y el área de contención de combustible mediante la instalación de emisores visuales en las máquinas de manipulación de combustible y controlar su movimiento con un sistema de detección visual basado en el procesador que mueve las máquinas y el combustible manipulado de este modo entre las ubicaciones deseadas que se pueden determinar con la luz emitida. Del mismo modo, los operarios pueden verificar el posicionamiento y la orientación de las estructuras de manipulación de combustible, así como ubicaciones del núcleo donde el combustible se coloca finalmente basándose en la ubicación de la una o más luces emitidas y en las intersecciones de la misma. Los operarios de otras instalaciones pueden utilizar similarmente los sistemas ejemplares para situar adecuadamente los equipos de manipulación y los artículos a ser manipulados por el mismo.

20 Por tanto en las realizaciones y procedimientos ejemplares que se describen, se apreciará por un experto en la materia que las realizaciones ejemplares se pueden variar y sustituir a través de la experimentación de rutina mientras sigan permaneciendo dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones. Por ejemplo, aunque los haces de luz en las realizaciones ejemplares se pueden dirigir hacia los artículos y conjuntos que se van a mover, se entiende que la luz se puede alejar, o dirigir en otra dirección, hacia una estructura diferente que permite la determinación de la posición de los equipos de manipulación con respecto a los artículos. Una variedad de diferentes diseños de reactores y de núcleo son compatibles con las realizaciones y procedimientos ejemplares simplemente a través del dimensionamiento adecuado de las realizaciones ejemplares- y caen dentro del alcance de las reivindicaciones. Tales variaciones no deben considerarse como una desviación del alcance de estas reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100, 200, 300, 400) para situar estructuras de manipulación con artículos (40, 740) para su manipulación en un entorno de reactor (10) nuclear, comprendiendo el sistema:

5 una estructura (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación que se puede mover sobre un área (35) que aloja al menos un artículo (40, 740), en el que la estructura (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación se configura para mover el artículo (40, 70); y
 una pluralidad de emisores (110) rígidamente fijados a la estructura (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación, en el que los emisores (110) se configuran para emitir al menos dos haces planos de luz (111) perpendiculares entre sí y que se intersectan sobre el área (35, 760) en una línea exactamente axial entre el área (35, 760) y la estructura (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación, en el que los dos haces son perpendiculares entre sí en un plano perpendicular a una dirección de profundidad axial;

15 en el que, durante su uso, los dos haces planos perpendiculares de luz (111) se intersectan visiblemente con una estructura en un borde del área (35) para crear al menos dos puntos (112) de intersección, y en el que los dos puntos (112) de intersección están respectivamente alineados horizontal y verticalmente con la estructura (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación con relación al área (35), en el que la horizontal y la vertical son direcciones perpendiculares en el área.

2. El sistema (300) de la reivindicación 1, que comprende además:

20 un sensor (310) configurado para detectar la intersección de los haces perpendiculares de luz (111) y la intersección (112) de los haces de luz (111) y la estructura en el borde; y
 un procesador (320) informático configurado para determinar una posición de la estructura (1, 2, 3) de manipulación de al menos una de la intersección de los haces perpendiculares (111) y la intersección (112) de los haces (111) y la estructura.

3. El sistema (300) de la reivindicación 2, que comprende además:

25 un controlador (330) configurado para mover la estructura (1, 2) de manipulación sobre el área (35) y elevar y descender la estructura (1, 2, 3) de manipulación para mover el artículo, en el que el procesador (320) informático se configura además para controlar el controlador (330) para mover la estructura (1, 2, 3) de manipulación basándose en la posición determinada.

30 4. El sistema (300) de la reivindicación 3, en el que el procesador (320) informático se configura además para controlar el controlador (330) para mover la estructura (1, 2, 3) de manipulación basándose en una lista de posiciones frente a los artículos.

5. Un sistema (100, 200, 300) para determinar la posición de estructuras (1, 2, 3, 4, 5) de manipulación de combustible en un entorno de reactor (10) nuclear, comprendiendo el sistema:

35 una estructura (1, 2, 3, 4, 5) de manipulación de combustible que puede moverse sobre un área (35) que aloja combustible (40) nuclear;
 un emisor (110) rígidamente fijado a la estructura (1, 2, 3, 4, 5) de manipulación, en el que el emisor (110) emite luz visible en un haz plano (111) dirigido para intersectar (112) un límite del área (35), y en el que el límite se sitúa firmemente con el área (35) en todas las dimensiones.

40 6. El sistema (100, 200) de la reivindicación 5, en el que la estructura (3) de manipulación de combustible es el mástil (3) y el emisor (110) se fija directamente a un extremo del mástil (3) en un punto axial más bajo del mástil (3), y en el que el emisor (110) se configura para operar bajo el agua en el agua refrigerante del reactor y en el que la luz (111) visible es visible después de pasar a través de al menos 7,6 metros del agua refrigerante.

7. El sistema (100, 200) de cualquiera de la reivindicación 5 o 6, que comprende además:

45 un puente (1) de reabastecimiento de combustible;
 cuatro de los emisores (110), en el que la estructura (3) de manipulación de combustible es un mástil (3) que se extiende axialmente desde un puente (1) de reabastecimiento de combustible, y en el que los cuatro emisores (110) se montan en el mástil (3) a intervalos de 90 grados alrededor del mástil (3).

8. El sistema (200) de la reivindicación 7, que comprende además:

al menos un emisor (110) desplazado montado en el mástil, en el que el emisor desplazado es de un color diferente o se puede operar por separado de los cuatro emisores (110).

50 9. Un procedimiento de manipulación de un artículo (40, 740) con un dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación en un área de contención que tiene una estructura límite, en particular dentro de un entorno (10) de reactor nuclear, comprendiendo el procedimiento:

identificar un punto (112) de intersección, donde un haz de luz (111) procedente de un emisor (110) en el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación interseca visiblemente con el límite;
identificar un segundo punto (112) de intersección donde un segundo haz de luz (111) procedente del emisor (110) en el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación interseca visiblemente con el límite;
5 determinar una posición del dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación con relación a uno de los artículo (40, 740) y el área de contención basándose en las posiciones de los puntos (112) de intersección en relación con el área de contención;
mover el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación con relación al área de contención basándose en las posiciones determinadas hasta una posición que solapa axialmente el artículo (40, 740) en el área de contención;
10 extender axialmente el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación hacia el artículo (40, 740);
acoplar el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación con el artículo (40, 740);
mover axialmente el artículo (40, 740) con el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación;
mover de nuevo el artículo (40, 740) con el dispositivo (1, 2, 3, 4, 5, 701) de manipulación con relación al área de contención hasta una nueva posición basándose en un nuevo punto (112) de intersección y un nuevo segundo
15 punto (112) de intersección creado por los haces de luz (111).

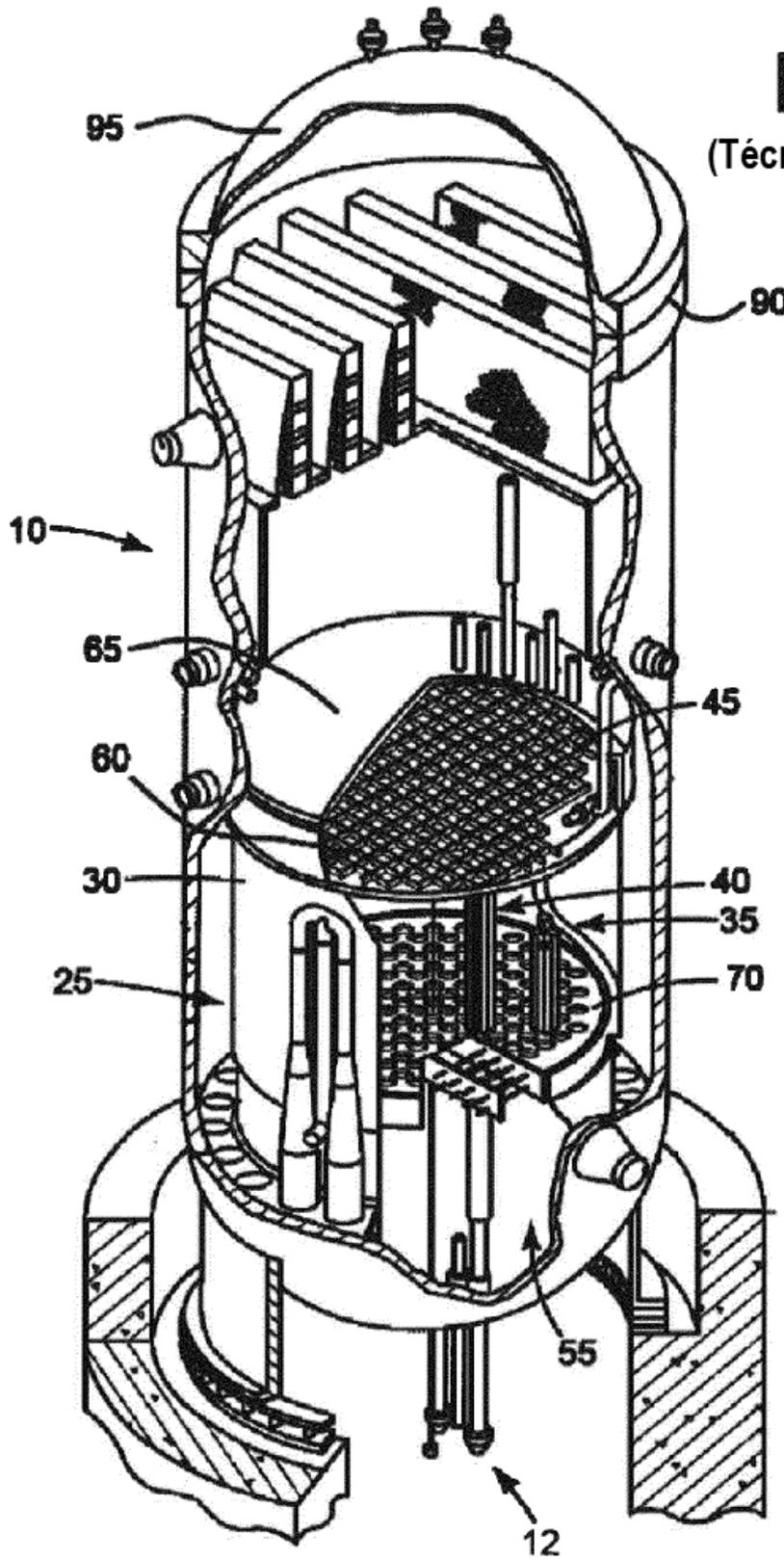


FIG. 1
(Técnica Relacionada)

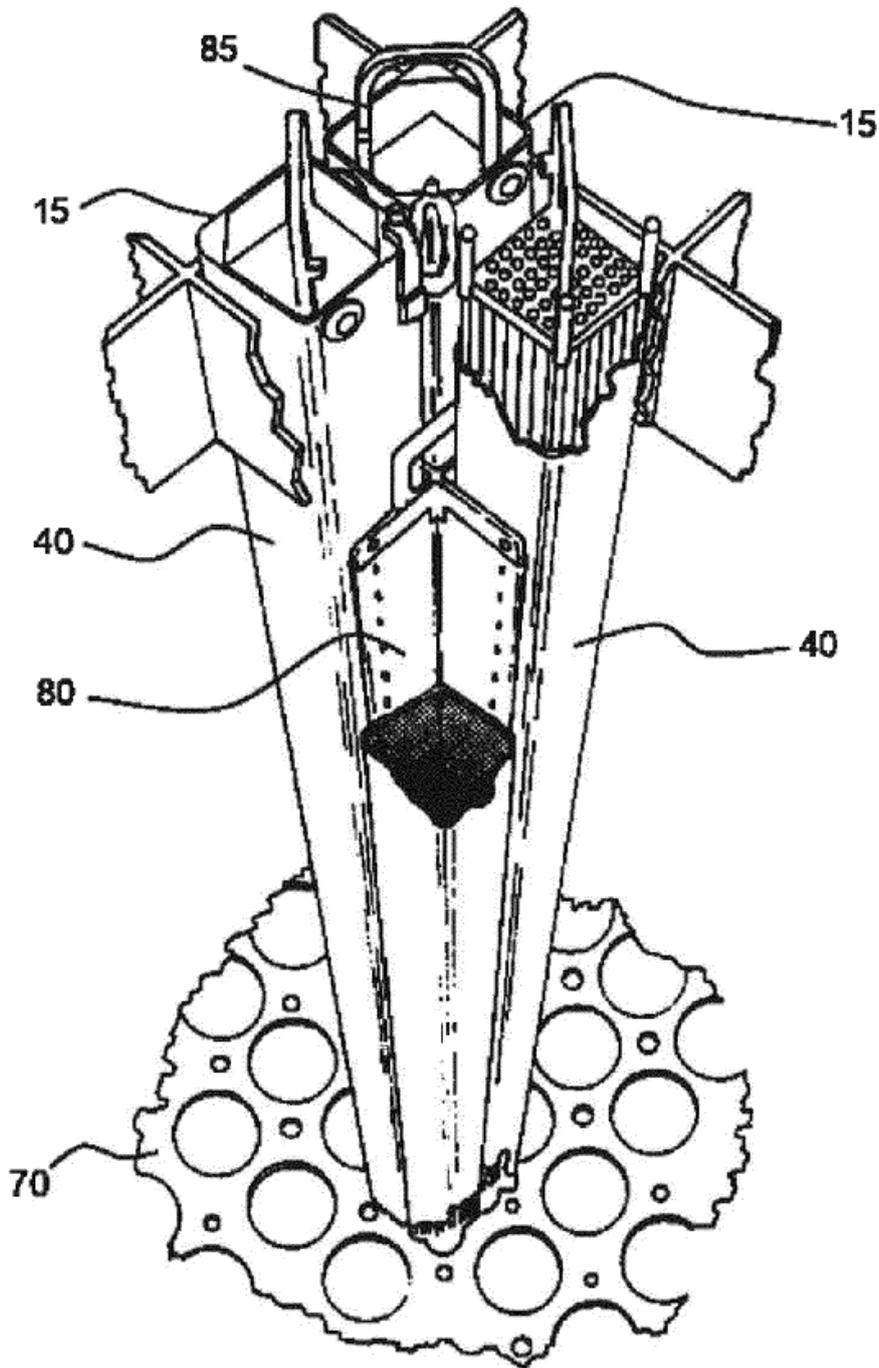


FIG. 2
(Técnica Relacionada)

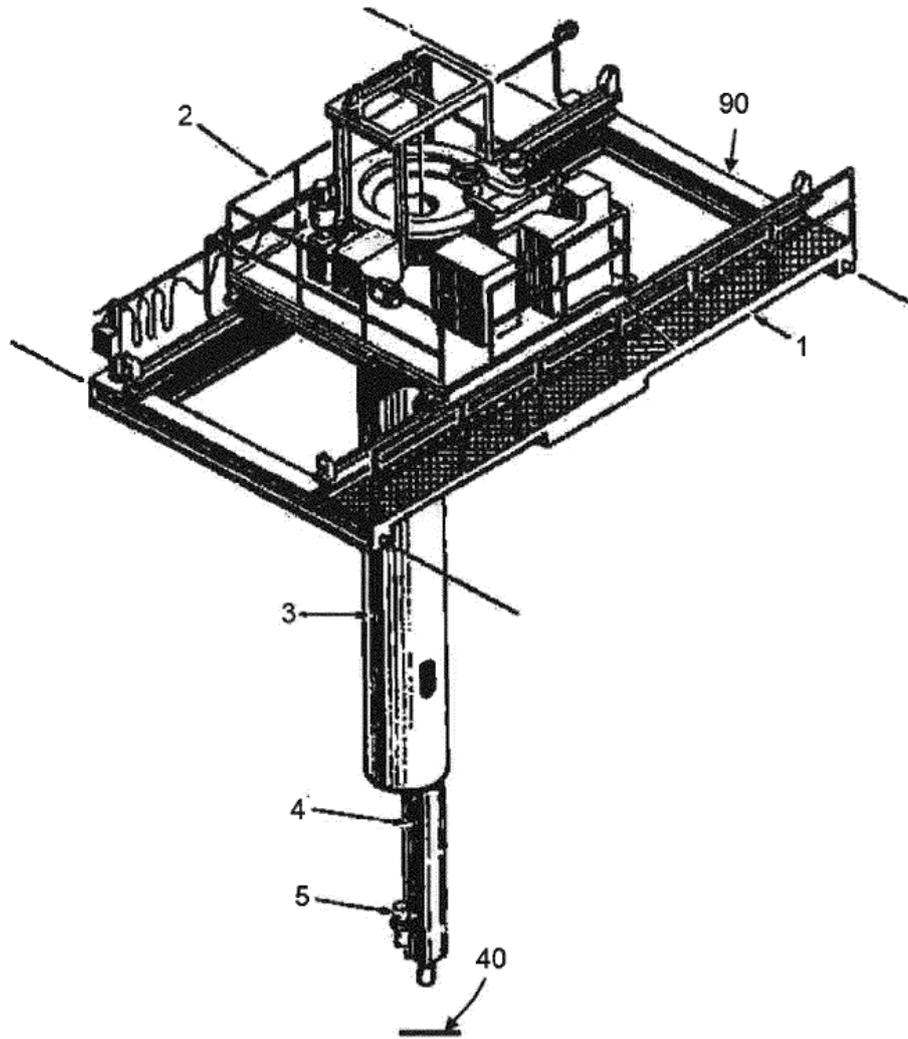


FIG. 3
(Técnica Relacionada)

FIG. 4

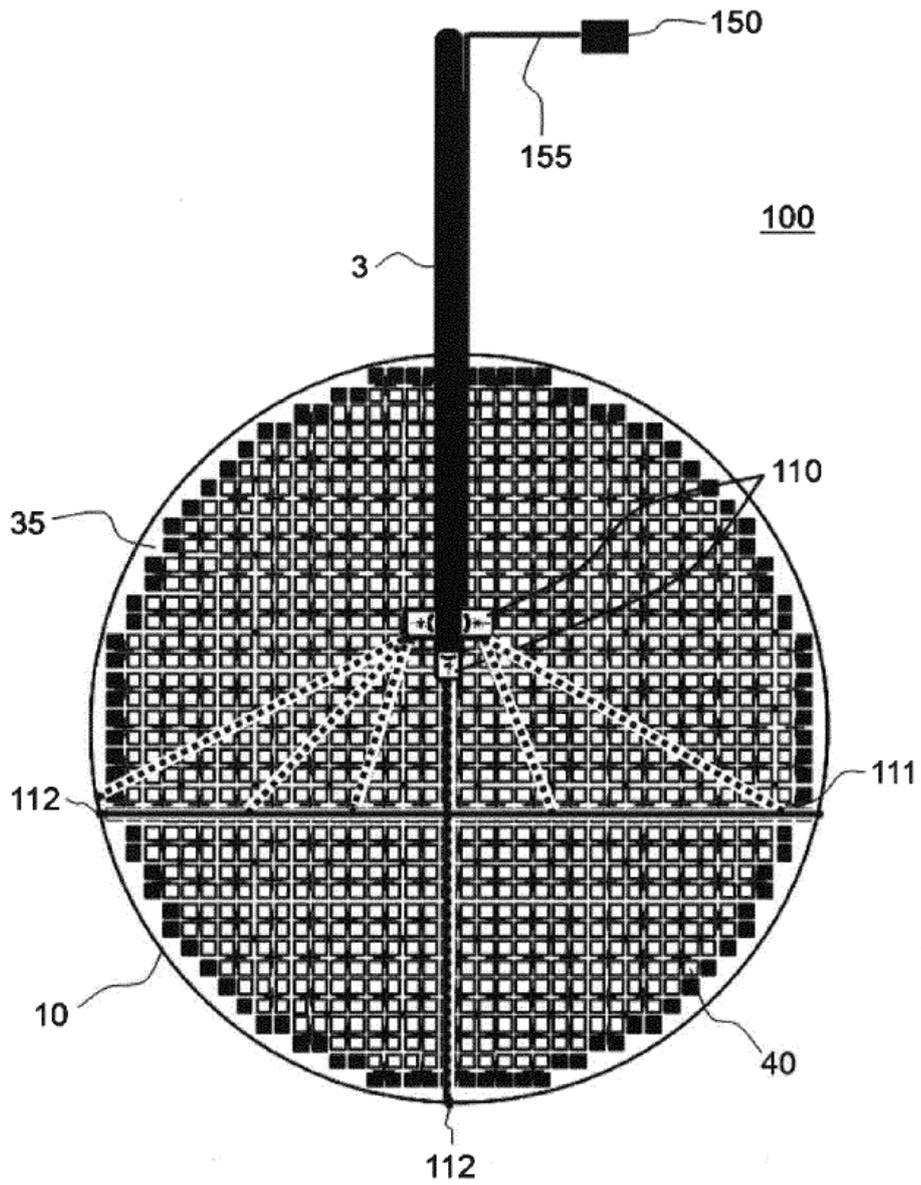


FIG. 5

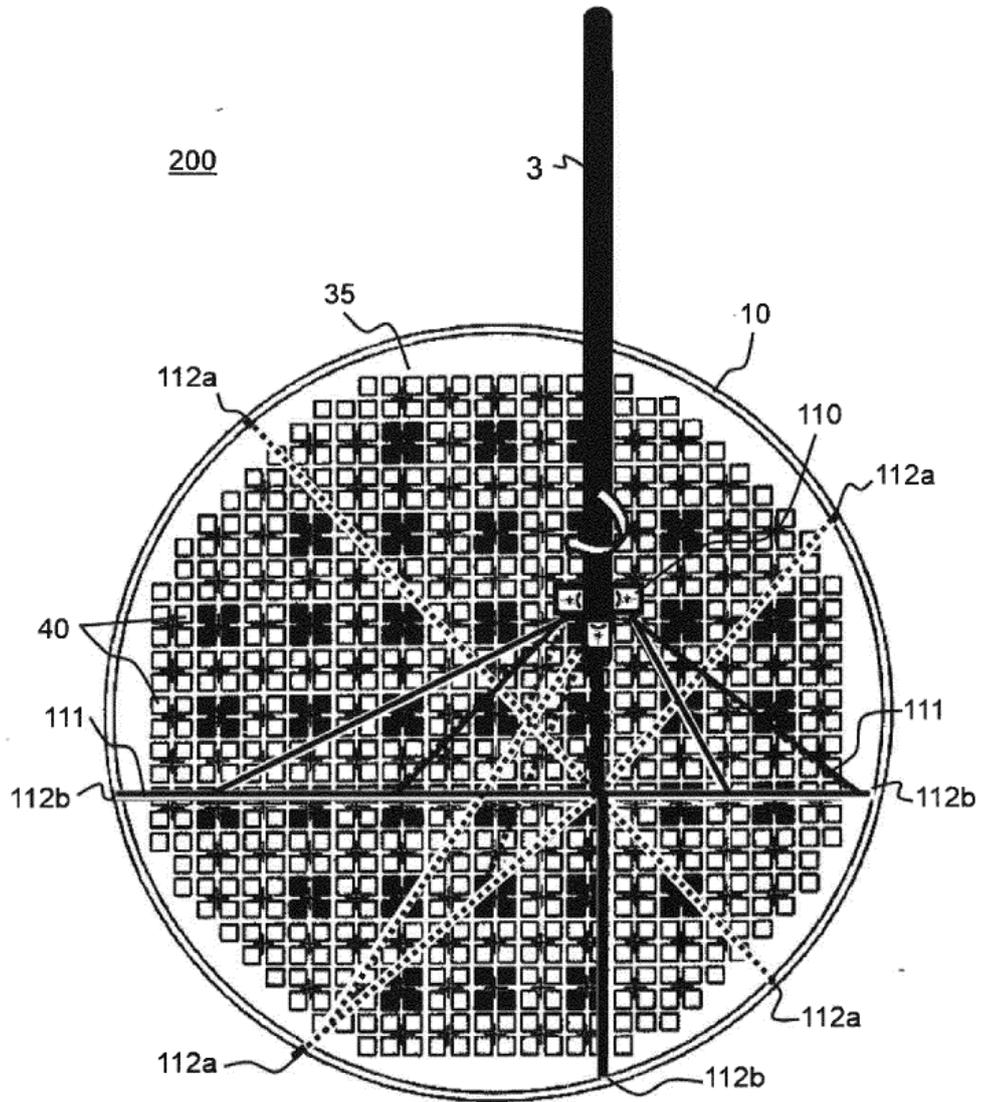


FIG. 6

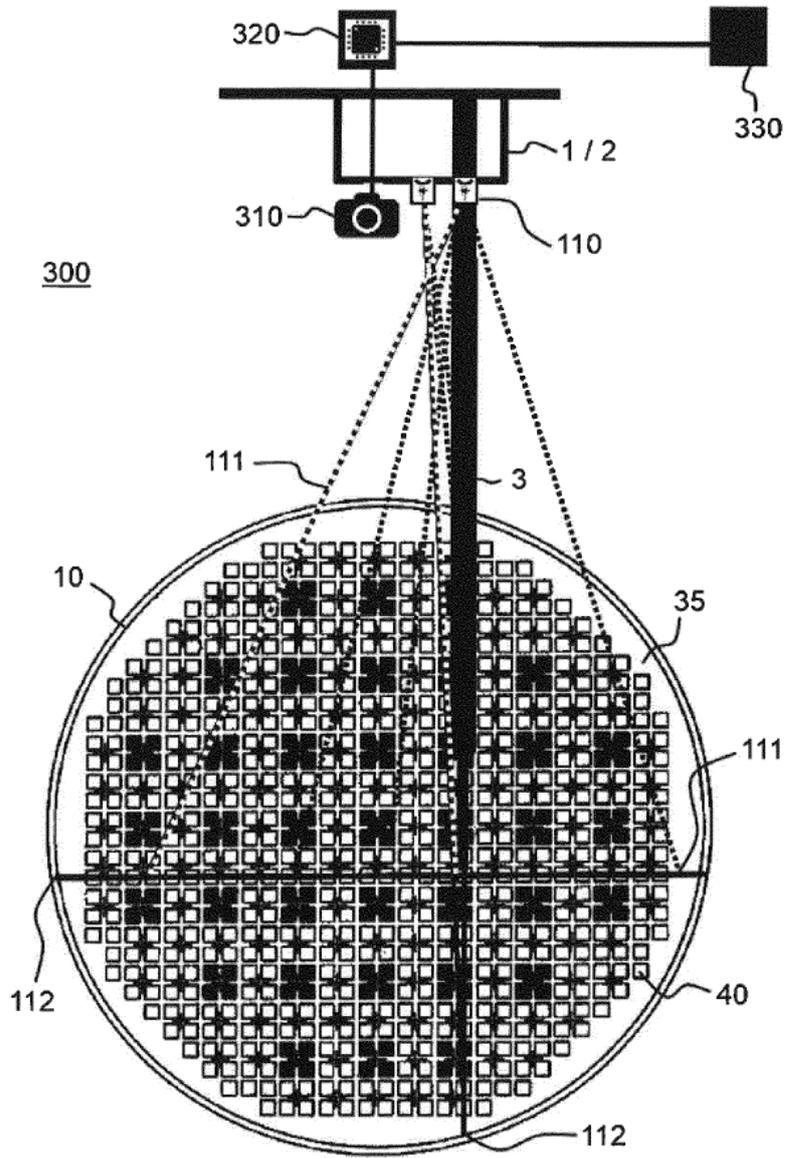


FIG. 7

400

