

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 557 981**

51 Int. Cl.:

B63G 8/41 (2006.01)

B63C 7/00 (2006.01)

G21C 17/013 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.04.2012** **E 12774617 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2015** **EP 2699474**

54 Título: **Sistema robótico de inspección submarina**

30 Prioridad:

22.04.2011 US 201161478469 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

CONDIT, JEFF;
HARTMAN, NICK;
MORA, DYLAN;
LAFFERTY, BRAD;
KNIGHT, KYLE;
HOGAN, JAMIE;
POISSONNET, CYRIL y
EVERETT, STEVE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 557 981 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

Sistema robótico de inspección submarina

Referencia cruzada a solicitud relacionada

5 La presente solicitud reivindica la prioridad respecto de la solicitud de patente provisional U.S. No. 61/478.469, presentada el 22 de abril de 2011 y titulada "Sistema robótico de inspección submarina".

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema para la inspección de los entornos sumergidos, como puede existir con respecto a ciertas estructuras de reactores nucleares.

Antecedentes de la invención

10 La consideración principal de seguridad en la operación de cualquier reactor nuclear es el control y la contención de los materiales radiactivos y de la radiactividad, tanto en condiciones normales como de accidente. Numerosos controles y barreras se instalan en las plantas nucleares para proteger a los trabajadores y al público de los efectos de la radiación.

15 La inspección regular de los reactores nucleares es esencial para evitar averías catastróficas y programar adecuadamente los procedimientos de mantenimiento preventivo. En los reactores de agua en ebullición (BWR), un área que requiere la inspección es el conjunto secador de vapor. El conjunto de secador de vapor está montado en la vasija del reactor por encima del conjunto separador de vapor para formar la parte superior y los lados de la caja de agua de vapor húmedo. El vapor húmedo fluye hacia arriba y hacia afuera a través de las secadoras. La humedad se elimina al incidir el vapor húmedo en las paletas del secador y la humedad condensada fluye hacia
20 abajo a través de los desagües al agua del reactor. Aunque el secador de vapor no es un componente relacionado con la seguridad, el conjunto está diseñado para soportar eventos básicos de diseño sin la generación de piezas sueltas, y se espera que el secador mantenga la integridad estructural.

25 Un reto importante para la inspección de los secadores de vapor es que tiene forma de un bote invertido con "la parte superior" estando cerrada. El acceso para la inspección se obtiene a través de aberturas relativamente estrechas cerca de la parte inferior de la estructura, por lo que el dispositivo de inspección debe desplazarse hacia arriba después de pasar a través de las aberturas.

30 La mayoría de los intentos de abordar este problema han implicado el uso pequeños vehículos operados a distancia (ROVs) u otros vehículos cableados. El PHANTOM® Firefly™ producto de Deep Ocean Engineering es uno de tales sistemas de cámara para ROV disponible comercialmente diseñado para la inspección de los reactores BWR. Como la mayoría de ROVs, este sistema utiliza una combinación de flotabilidad y propulsores para maniobrar el vehículo dentro de la vasija. Esto puede ser problemático debido a los muchos obstáculos y pequeños espacios creados por el hardware interno dentro de la estructura, alrededor de los que el vehículo debe navegar con un arrastre umbilical detrás de él. Por otra parte, se ha experimentado dificultad en mantener un ROV que pueda moverse libremente en una posición dada durante un período lo suficientemente largo para inspeccionar una región dada con una cámara.
35 Las mejoras de este modo serían deseables.

El documento EP 2 301 838 A1 divulga un vehículo que se desplaza bajo el agua, incluyendo un aparato de control y un aparato tractor y constituye la base de la parte pre-caracterizadora de la reivindicación 1.

40 La Patente US 7.345.705 B2 divulga una boya fotónica que incluye un casco con una porción de lastre que reside debajo de la línea de agua y una parte superior que está dispuesta por encima de la línea de agua, y un banco óptico en la parte superior del casco configurado para proporcionar una vista panorámica del horizonte. Un cable de transmisión se extiende desde el banco óptico para transmitir señales de vídeo a una ubicación remota.

45 La publicación internacional WO2010/138 065 A1 se refiere a un aparato de inspección para la detección de defectos en un objeto de prueba en un espacio lleno de líquido. El aparato de inspección comprende un cuerpo de inspección, una cámara y un equipo de posicionamiento vertical para ajustar la posición de la cámara en una dirección vertical.

Sumario de la invención

50 La presente invención proporciona capacidades de monitorización de inspección y evaluación (I & E) para los diversos secadores de vapor asociados con BWR operativos. Esta herramienta ayuda con la inspección de las configuraciones de secadora a vapor para diferentes plantas cuando la secadora de vapor se elimina de la vasija del reactor y se coloca en una fosa de equipo y se sumerge en un fluido tal como agua. La herramienta utiliza una oruga o tractor bajo el agua con una boya de inspección. La oruga se mueve sobre el suelo de la fosa de equipo u otra estructura en un lugar por debajo de la secadora a vapor y despliega una boya en las regiones internas superiores de la secadora de vapor para permitir la inspección visual de las soldaduras, elementos de refuerzo y similares. La invención proporciona un aparato de inspección de acuerdo con la reivindicación 1 y el procedimiento de

inspeccionar una porción de un objeto al menos parcialmente sumergido bajo evaluación según la reivindicación 10.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión adicional del concepto descrito y reivindicado se puede obtener a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

- 5 La figura 1 es una representación de un aparato de inspección mejorado de acuerdo con la invención;
La figura 2 es una representación esquemática de un aparato de control del aparato de la figura 1;
La figura 3 es una vista en perspectiva del aparato situado en una condición sumergida en una fosa de equipo y situado para ventilar una bolsa de aire atrapada en un lado inferior de una porción de un secador de vapor; y
10 La figura 4 es una representación del aparato en una condición sumergida y en un modo automático de inspección de la secadora a vapor.

Los números similares se refieren a partes similares en toda la memoria.

Descripción detallada

- 15 Un aparato 2 de inspección y de ventilación mejorado se representa esquemáticamente en la figura 1 y se representa al menos en parte en las figuras 2-4. El aparato 2 de inspección puede emplearse ventajosamente para llevar a cabo operaciones de inspección visual remota en un entorno sumergido, como en un entorno donde un objeto se sumerge en agua u otro líquido.

- El aparato 2 de inspección se puede decir que incluye un aparato 4 de control, un aparato 6 tractor, un aparato 8 de sujeción, un aparato 10 de boya, y un aparato 12 de ventilación. En la figura 1, el aparato 4 de control se representa como incluyendo un dispositivo 14 de control y una unidad 16 de mano. Además en la figura 1, el aparato 6 tractor, el aparato 8 de sujeción, el aparato 10 de boya, y el aparato 12 de ventilación en conjunto se puede decir que forman una porción 18 remota. En la aplicación típica del aparato 2 de inspección, la porción 18 remota está situada y es operada en un ambiente sumergido mientras que la unidad 14 de control y la unidad 16 de mano se encuentran en otras partes, es decir, a distancia de la ubicación sumergida. Mientras que el aparato 4 de control se representa en la figura 1 de una manera ejemplar como estando separado de la porción 18 remota, se entiende que las porciones del aparato 4 de control están en realidad situado en la porción 18 remota, y la representación ejemplar por lo tanto no se pretende que sean limitativa en cuanto a la disposición de los componentes del aparato de inspección 2.

- Además con respecto a la figura 1, la unidad 16 de mano y el dispositivo 14 de control están en comunicación entre sí a través de una conexión 20 que se representa en el presente documento como una conexión por cable, a pesar de que una conexión inalámbrica se puede emplear sin apartarse del presente concepto. Por otra parte, un primer umbilical 22 se representa extendiéndose entre el dispositivo 14 de control y la porción 18 remota y se representa como una conexión por cable. El primer umbilical 22 representado potencialmente puede ser sustituido por una conexión inalámbrica, dependiendo de las necesidades de la aplicación particular.

- 35 Como puede verse en la figura 2, el aparato 4 de control se puede plantear como que incluye un aparato procesador 26 que incluye un procesador 28 y un dispositivo 30 de almacenamiento. El procesador 28 puede ser cualquiera de una amplia variedad de procesadores, tales como un microprocesador u otro procesador, sin limitación, y el almacenamiento 30 de la misma manera puede estar en cualquiera de una amplia variedad de formas, tales como RAM, ROM, EPROM, EEPROM, FLASH, y similares, sin limitaciones. El almacenamiento 30 tiene almacenadas en el mismo una serie de rutinas 32 que son ejecutables en el procesador 28 para hacer que el aparato de inspección 2 lleve a cabo ciertas operaciones. Como se emplea en la presente memoria, la expresión "un número de" y variaciones de la misma se referirán ampliamente a cualquier cantidad que no sea cero, incluyendo una cantidad de uno.

- El aparato 4 de control puede además ser declarado como que incluye un aparato 34 de entrada que proporciona señales de entrada al aparato procesador 26 y un aparato 36 de salida que recibe señales de salida desde el aparato procesador 26. El aparato 34 de entrada puede incluir cualquiera de una amplia variedad de dispositivos de entrada, tales como interruptores, palancas de mando, un componente de entrada de una pantalla sensible al tacto, y similares sin limitación. El aparato 36 de salida puede igualmente incluir cualquiera de una amplia variedad de dispositivos tales como pantallas de vídeo, luces, elementos de salida audibles, y similares sin limitación.

- 50 El aparato 4 de control incluye además una serie de actuadores 38 que se representan de una manera esquemática en la figura 2 pero que típicamente estarán todos situados en la porción 18 remota. Los actuadores 38 son controlados por el aparato procesador 26 en respuesta a señales de entrada desde el aparato 34 de entrada y otras señales y son operables para operar porciones del aparato 6 tractor, el aparato 8 de sujeción, el aparato 10 de boya, y el aparato 12 de ventilación. Los actuadores 38 pueden ser cualquier estructura que sea adecuada para llevar a

cabo operaciones necesarias en la porción 18 remota en respuesta a señales electrónicas generadas por el aparato procesador 26 o generadas de otras formas.

Como se puede entender a partir de las figuras 1, 3, y 4, el aparato 6 tractor se puede decir que incluye mecanismos tractor 40 y de accionamiento 42 que están conectados juntos. El tractor 40 funciona generalmente como un soporte o bastidor sobre el cual están dispuestos el aparato 8 de sujeción, el aparato 10 de boya, el aparato 12 de ventilación, y las porciones del aparato 4 de control. En el ejemplo de realización representado en general en el presente documento, el aparato 6 tractor incluye además un aparato 44 de cámara situado en el tractor 40 para uso en la colocación del aparato 6 tractor y para otros fines, tales como se exponen en mayor detalle a continuación.

El mecanismo 42 de accionamiento incluye un conjunto de pista 46 que incluye un par de ejemplo de las pistas situadas de forma móvil en el tractor 40. El mecanismo 42 de accionamiento incluye además un motor 48 y uno o más distribuidores de movimiento mecánicos que se extienden entre el motor 48 y el conjunto de pista 46 con el fin de proporcionar fuerzas móviles al conjunto de pista 46 y para dirigir el aparato 6 tractor en respuesta a comandos de dirección y otros comandos generados por el aparato procesador 26 y de otra manera.

El aparato 44 de cámara se puede decir que incluye una cámara 50 y un sistema 52 de iluminación, ambos de los cuales están dispuestos en el tractor 40. La cámara puede ser cualquiera de una amplia variedad de dispositivos de cámara y, en el ejemplo de realización representado, es adecuado para un entorno submarino y es controlable para la inclinación, panorámica y zoom. La cámara 50 proporciona señales de salida visuales al aparato de salida 36 para la visualización, tales como en una pantalla visual.

El sistema 52 de iluminación se puede decir que incluye un dispositivo 54 de iluminación y un dispositivo de puntería 56, ambos de los cuales producen energía electromagnética que es detectable por la cámara 50. En el ejemplo de realización representado, el dispositivo de iluminación 54 incluye una serie de elementos LED que generan luz blanca, es decir, visible. El dispositivo de iluminación 54 está orientado para proporcionar iluminación en general en una dirección hacia arriba si se supone que el conjunto de pista 46 está situado en una plataforma o base en general orientada horizontalmente. El dispositivo de iluminación 54 de este modo está configurado para iluminar la cara inferior de un objeto debajo del cual está situada la porción remota 18.

El dispositivo de puntería 56 incluye un láser u otras fuentes de energía electromagnética y da salida a un plano 57 de iluminación tal como se representa en general en la figura 4 para los fines de orientar el aparato tractor 6 con respecto a un objeto bajo prueba o inspección. Más específicamente, y como puede entenderse a partir de la figura 4, el dispositivo de puntería 56 proyecta sobre otras estructuras una línea de energía electromagnética, dado que la luz que es detectable por la cámara 50 y que está alineada con la dirección del aparato tractor 6. Es decir, el dispositivo 56 de puntería está orientado de tal manera que su salida cuando hace incidir sobre otro objeto indica la dirección de desplazamiento del aparato 6 tractor si el motor 48 es activado para operar el conjunto de pista 46 en una dirección hacia adelante o hacia atrás.

En consecuencia, durante la operación del aparato 2 de inspección, el aparato 34 de entrada puede ser manipulado para operar el mecanismo 42 de accionamiento para girar el tractor 40 hasta que la salida visual del dispositivo de puntería 56 esté orientada en una dirección deseada de desplazamiento del aparato 6 tractor. El técnico puede entonces introducir un comando predeterminado que hará que el aparato 4 de control inicie un modo AUTOMÁTICO en el que el motor 48 se activa y acciona el conjunto de pista 46 para mover la porción 18 remota en una dirección hacia adelante en, por ejemplo, una velocidad fija. El modo AUTOMÁTICO es iniciado por una rutina 32 que se ejecuta en el procesador 28 y causando que los comandos apropiados sean comunicados a uno o más de los actuadores 38 para accionar el motor 48 de la manera indicada.

El aparato 8 de sujeción se puede decir que incluye un cabrestante 58 que enrolla y desenrolla un segundo umbilical 59 (figuras 3 y 4) que se mueve sobre una polea 60. En respuesta a los comandos del aparato 4 de control, el cabrestante 58 es operable para moverse entre una posición desplegada, como se representa en general en las figuras 3 y 4, donde una longitud del segundo umbilical 59 se desenrolla del cabrestante 58, y una posición retraída (figura 1) en la que el segundo umbilical 59 se enrolla en gran medida sobre el cabrestante 58.

El aparato 10 de boya incluye una boya 62 que se fija al final del segundo umbilical 59 que está enfrente del cabrestante 58. El aparato 10 de boya incluye además un aparato 64 de cámara montado en la boya 62. Como se entiende generalmente, la boya 62 es un dispositivo de flotación que, en un ambiente al menos parcialmente sumergido en un fluido, proporciona una fuerza de flotación al aparato de cámara 64. Como tal, cuando el segundo umbilical 59 es al menos parcialmente desenrollado del cabrestante 58, la fuerza de flotación generada por la boya 62 en el fluido hace que el aparato 64 de cámara que se eleve de forma boyante a una posición elevada que es verticalmente más alta que la boya 62 y el aparato 64 de cámara estaría de otro modo si el segundo umbilical 59 está en su posición retraída (como se representa en general en la figura 1).

El aparato de cámara 64 se puede decir que incluye una cámara 66 y un dispositivo 68 de iluminación. La cámara 66 es similar a la cámara 50, y el dispositivo 68 de iluminación es similar al dispositivo 54 de iluminación. Sin embargo, en el ejemplo de realización representado, el dispositivo 54 de iluminación se mueve con la cámara 66 en las direcciones de giro e inclinación para iluminar el objeto que está siendo observado por la cámara 66.

El aparato 12 de ventilación se puede decir que incluye un tubo de ventilación 70 que está situado en la boya 62, y que incluye además una bomba de vacío 72 que está dispuesta en el tractor 40 y que está en comunicación de fluido con el tubo de ventilación 70 para proporcionar una presión reducida al tubo de ventilación 70. El aparato de ventilación 12 en el ejemplo de realización representado incluye además un tubo de escape 74 que está en comunicación fluida con la bomba de vacío 72 y que recibe un aumento de la presión de la bomba de vacío 74 con el fin de agotar uno o más fluidos tales como gas o una mezcla de gases (como el aire) como una parte de la operación de inspección.

Más específicamente, el aparato 2 de inspección es ventajosamente utilizable para realizar operaciones de inspección y otras operaciones en porciones de un secador de vapor (representado esquemáticamente con el número de referencia 78 en las figuras 3 y 4), tales que podría incluir una campana 76 del secador 78 de vapor. Se entiende que el secador 78 de vapor más típicamente incluirá una pluralidad de campanas 76, y las campanas 76 pueden ser de la misma configuración o de otras configuraciones. Un uso ejemplar del procedimiento descrito en este documento es ventajoso emplear el aparato 2 de inspección para inspeccionar la campana 76, en el que la campana 76 es un objeto bajo prueba o inspección.

Con el fin de inspeccionar la campana 76, el secador 78 de vapor se retira típicamente de una vasija del reactor y se coloca en una fosa de equipo (como se representa esquemáticamente en las figuras 3 y 4 en el número de referencia 80) que está al menos parcialmente lleno con agua 82. Debido a la configuración de la campana 76, cuando el secador 78 de vapor se retira de la vasija del reactor y se coloca en la fosa de equipo 80, típicamente queda atrapado aire y forma una bolsa de aire 84 en un lado inferior 86 de la campana 76. El aparato de ventilación 12 es ventajosamente utilizable para ventilar al menos una porción de la bolsa de aire 84 hacia el exterior de la fosa de equipo 80. Esto es deseable por un número de razones, no menos importante de las cuales es que la boya 62 está configurada para proporcionar una fuerza de flotación en un fluido (agua en el ejemplo representado) y por lo tanto será típicamente incapaz de proporcionar una fuerza de flotación al aparato de cámara 64 dentro de la bolsa de aire 84. Mientras que la boya 62 podría potencialmente ser configurada para incluir, por ejemplo, helio que proporcionaría una fuerza de flotación tanto en agua como en el aire, en el ejemplo de realización representado la boya 62 está llena de aire, y el aparato 12 de ventilación es por lo tanto empleado ventajosamente para ventilar parte o la totalidad de la bolsa de aire 84 desde el lado inferior 86 de la campana 76 con el fin de permitir la inspección de la misma por el aparato de cámara 64.

En operación, la porción 18 remota se baja en la fosa del equipo 80 para hacer que el conjunto de pista 46 se acople a un suelo 88 del equipo de pozo 80. Dependiendo de la configuración del primer umbilical 22, la reducción de la porción 18 remota se puede realizar colgándola del primer umbilical 22, tal vez con el uso adicional de las estructuras de alivio de tensiones entre la primera umbilical 22 y el tractor 40. El dispositivo de iluminación 54 y/o del dispositivo de puntería 56 son entonces activados para permitir a la cámara 50 proporcionar una imagen visual de la zona del suelo de la fosa de equipo 80 y para permitir que el aparato tractor 6 sea dirigido a una ubicación por debajo de la campana 76. Durante dicha bajada inicial de la porción 18 remota, el aparato 8 de sujeción está en su posición retraída, como se representa en general en la figura 1.

Una vez que el aparato 6 tractor está colocado de tal manera que la boya 62 está generalmente situada debajo de la campana 76 y la bolsa de aire 84, el cabrestante 58 puede ser energizado para implementar al menos una porción del segundo umbilical 59. Debido a la fuerza de flotación proporcionada por la boya 62 en el aparato de cámara 64, tal despliegue del segundo umbilical 59 hace que el aparato 64 de cámara se mueva verticalmente hacia arriba como resultado de tal fuerza de flotación 62. A medida que el segundo umbilical 59 se alimenta hacia el exterior de la polea 60 por el cabrestante 68, la boya 62 y el aparato 64 de cámara se elevan verticalmente dentro del agua 82. Una vez que la boya 62 se ha elevado dentro del agua 82 lo suficiente como para provocar que el tubo 70 de ventilación esté en comunicación de fluido con la bolsa de aire 84, la bomba de vacío 72 puede ser activada para aplicar al tubo 70 de ventilación una presión reducida para hacer que algo o toda la bolsa de aire 84 sea ventilada desde el lado inferior 86 y sea eliminado a través del tubo 74 de escape a una ubicación externa a la fosa del equipo 80. Se observa que realizaciones alternativas del aparato 12 de ventilación pueden estar configuradas para realizar la operación de ventilación basada meramente en principios hidráulicos y sin el uso de la bomba de vacío 72.

Con la bolsa de aire 84 parcial o totalmente ventilada de la campana 76, el dispositivo 56 de puntería puede ser activado (si no está ya activado) para hacer que el plano de luz 57 incida desde la parte inferior 86 u otras partes de la campana 76 o fosa de equipo 80 a fin de indicar lo que será la dirección de desplazamiento del aparato tractor 6 cuando el mecanismo de accionamiento 42 se activa en una dirección hacia adelante o inversa. El aparato tractor 6 se puede girar y/o trasladar mediante la operación de los controles de movimiento del aparato 34 de entrada que están situados en el dispositivo de control 14 y/o en la unidad de mano 16. De este modo, el aparato 44 de cámara en el tractor 40 puede ser empleado para proporcionar una salida visual en el aparato de salida 36 con el fin de permitir que el aparato tractor 6 sea manipulado a una posición deseable con respecto a la campana 76.

Una vez que el aparato 6 tractor está colocado de manera deseable, el aparato de sujeción 8 se puede energizar, si es necesario, para desplegar adicionalmente o retraer parcialmente el aparato de boya 10, según sea necesario, con el fin de realizar una inspección de la campana 76 con el aparato 64 de cámara. El mecanismo 72 de accionamiento puede entonces ser energizado por el técnico para hacer que el aparato tractor 6 y por lo tanto el aparato 64 de cámara se trasladen con respecto a la campana 76 y para permitir la inspección de la campana 76, en particular la

5 parte 86 inferior de la misma u otras porciones de la misma, según corresponda. Mientras que dicho traslado del
 aparato 6 tractor se puede realizar manualmente por el técnico, el técnico puede accionar alternativamente el modo
 AUTOMÁTICO para hacer que el aparato 6 tractor se desplace de una manera pre-programada que, en el ejemplo
 de realización representado, es una velocidad fija en la dirección hacia adelante, para hacer que el aparato de
 cámara 64 se mueva a lo largo de la campana 76. Durante dicha operación, las señales de salida visuales
 procedentes de la cámara 66 pueden ser de salida en el aparato 36 de salida, y más probablemente, además, se
 almacenan en el almacenamiento 30 o en otro lugar para la futura revisión y análisis. Cuando la campana 76 ha sido
 totalmente inspeccionada, la porción 18 remota puede ser movida a otra campana y los procedimientos anteriores
 repetidos. Si todas las campanas y otras porciones del secador 78 de vapor han sido inspeccionadas, la porción 18
 10 remota puede ser retirada de la fosa de equipo 80.

Por lo tanto, se puede apreciar que el aparato 2 de inspección ventajoso se puede utilizar no sólo para ventilar la
 bolsa de aire 84 desde una ubicación dentro de la fosa del equipo 80, sino que también puede realizar una
 inspección de la parte 86 inferior del secador 78 de vapor en un estado sumergido en un fluido tal como agua. Dado
 que el tractor 40 está situado en el piso 88 de la fosa del equipo 80, la fuerza de flotación aplicada por la boya 62 al
 15 aparato de cámara 64 mantiene fácilmente el aparato de cámara 64 a una altura vertical fija (y ajustable) con
 respecto a la campana 76, lo que facilita la inspección.

La presente divulgación puede realizarse en otras formas específicas sin apartarse del alcance de la invención, que
 se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (2) de inspección que comprende:

un aparato (4) de control;

un aparato (6) tractor que comprende un tractor (40) y un mecanismo (42) de accionamiento conectados entre sí, estando el mecanismo de accionamiento conectado con el aparato de control;

caracterizado por comprender

un aparato (8) de sujeción dispuesto en el tractor y que es móvil desde una posición retraída hacia una posición desplegada y desde la posición desplegada hacia la posición retraída; y

un aparato (10) de boya conectado con el aparato de sujeción y que comprende una boya (62) y un aparato de cámara (64), estando la boya en una condición sumergida en un fluido estructurada para aplicar una fuerza de flotación al aparato de cámara, mediante lo cual en la posición desplegada del aparato de sujeción, el aparato de boya está en una posición elevada situada relativamente más alta en una dirección vertical que en la posición retraída del aparato de sujeción en la que el aparato de boya está en otra posición situada relativamente inferior en la dirección vertical, estando el aparato de cámara estructurado para proporcionar una señal de salida visual al aparato de control.

2. El aparato de inspección de la reivindicación 1, en el que el aparato de control comprende un dispositivo (14) de control que está situado a distancia del aparato tractor y que está estructurado para comunicar comandos electrónicos al aparato tractor.

3. El aparato de inspección de la reivindicación 2, en el que el aparato de control comprende además un elemento (36) de salida visual que está estructurado para emitir una representación visual en respuesta a la señal de salida visual.

4. El aparato de inspección de la reivindicación 1, en el que el aparato de cámara comprende un elemento (66) de cámara y un elemento (68) de iluminación, estando el elemento de cámara estructurado para ser móvil en respuesta a señales de movimiento de la cámara recibidas desde el aparato de control.

5. El aparato de inspección de la reivindicación 1, en el que el aparato tractor comprende además otro aparato (44) de cámara situado en el tractor y estructurado para proporcionar otra señal de salida visual al aparato de control.

6. El aparato de inspección de la reivindicación 5, en el que el otro aparato de cámara comprende un elemento (50) de cámara y un aparato (52) de iluminación, comprendiendo el aparato de iluminación un elemento (54) de iluminación que está estructurado para proporcionar iluminación en la dirección de la posición elevada del aparato de boya.

7. El aparato de inspección de la reivindicación 6, en el que el aparato de iluminación comprende además un dispositivo (56) de puntería que está estructurado para emitir visualmente un elemento (57) de alineación que es detectable por el elemento de cámara.

8. El aparato de inspección de la reivindicación 7, en el que el dispositivo de puntería está estructurado para dar salida como el elemento de alineación un haz de luz visible que está alineado con una dirección de desplazamiento del aparato tractor.

9. El aparato de inspección de la reivindicación 7, en el que el aparato de control comprende un procesador (28) y un almacenamiento (30), teniendo el almacenamiento almacenado instrucciones (32) en el mismo, las cuales, cuando se ejecutan en el procesador, hacen que el mecanismo de accionamiento conduzca el tractor en el sentido de desplazamiento.

10. Un procedimiento de inspección de una porción de un objeto bajo prueba (76) que está al menos parcialmente sumergido en un fluido, comprendiendo el procedimiento:

desplegar dentro del fluido una boya (62) a una primera posición situada por debajo de al menos una parte del objeto bajo prueba;

emplear una fuerza de empuje entre la boya y el fluido para elevar una cámara (66) conectada con la boya a una segunda posición verticalmente más alta que la primera posición;

recibir de la cámara en la segunda posición una señal de salida que es representativa de al menos una porción de una región debajo del objeto bajo prueba; y

retraer al menos parcialmente, la boya y la cámara de la segunda posición hacia la primera posición.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además el posicionamiento sobre un piso (88) de una vasija un aparato (6) tractor sobre el cual está dispuesta la boya.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, que comprende además trasladar el aparato tractor a lo largo del piso para mover la boya desde una posición inicial a la primera posición.
13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además la operación de un mecanismo de accionamiento (42) del aparato tractor para por lo menos iniciar el traslado del aparato tractor.
- 5 14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además al menos parcialmente el despliegue de un umbilical (59) al que la boya está conectada a permitir que la fuerza de flotación levante la boya y la cámara a la segunda posición.
15. El procedimiento de la reivindicación 14, que comprende además:
- 10 retraer el umbilical para superar la fuerza de flotación y para iniciar la retracción al menos parcial de la boya y la cámara hacia el aparato tractor; y
retirar el aparato tractor del fluido.
16. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además:
- 15 energizar un sistema (52) de iluminación dispuesto sobre el aparato tractor para incidir un haz (57) de luz visible en un lado inferior de al menos una parte del objeto bajo prueba; y
emplear el haz incidente de la luz visible y una señal de salida desde otra cámara situada sobre el aparato tractor que es representativo de al menos una porción del haz incidente para dirigir el aparato tractor.
- 20 17. El procedimiento de la reivindicación 16, que comprende además activar como al menos una porción del sistema de iluminación de un dispositivo (56) de puntería que emite un plano (57) de luz láser para incidir sobre el lado inferior de la al menos porción del objeto bajo prueba.
18. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además:
- 25 emplear la fuerza de flotación para colocar al menos una parte de un aparato (12) de ventilación en comunicación fluida con una bolsa de aire (84) situada por debajo de al menos una parte del objeto bajo prueba; y
ventilar al menos una parte de la bolsa de aire.





