(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 270 702**

(21) Número de solicitud: 200501191

(51) Int. Cl.:
G21C 17/01 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN B1

(22) Fecha de presentación: **11.05.2005**

(30) Prioridad: **13.05.2004 US 10/848,371**

(43) Fecha de publicación de la solicitud: **01.04.2007**

Fecha de la concesión: **28.01.2008**

Fecha de modificación de las reivindicaciones: **16.01.2008**

(45) Fecha de anuncio de la concesión: **01.03.2008**

(45) Fecha de publicación del folleto de la patente: **01.03.2008**

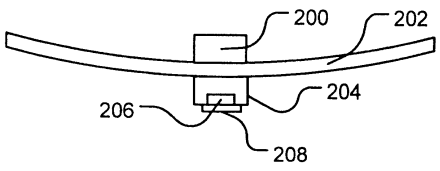
(73) Titular/es: **GENERAL ELECTRIC COMPANY**
1 River Road
12345 Schenectady, New York, US

(72) Inventor/es: **Davis, Trevor y**
Matsumoto, Jack

(74) Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

(54) Título: **Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular.**

(57) Resumen:
Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular como cordones de soldadura, particularmente cordones situados entre la envolvente, disco del núcleo y estructuras de soporte situados en el interior de un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR), que comprende un soporte de carril, un carril generalmente curvo, un carro, un soporte de sensor y un sensor, adoptando el carril la forma para corresponder y alinearse generalmente con una superficie interior de una envolvente u otras estructuras próximas estando el soporte del sensor y el sensor configurados de tal forma que puedan desplegarse en el interior de, y luego desplazarse horizontalmente, a lo largo del rebaje anular. El sensor puede configurarse con una pluralidad de elementos sensores, como transductores ultrasónicos o sensores de corrientes parásitas que pueden configurarse para analizar distintas propiedades o distintas zonas correspondientes a la ubicación del mismo.



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

ES 2 270 702 B1

DESCRIPCIÓN

Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular.

Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere en general al examen *in situ* no destructivo de superficies circunferenciales, particularmente las que contienen soldaduras, y más particularmente soldaduras periféricas recónditas y con el acceso obstaculizado. En particular, la invención se refiere a un aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular. Tales superficies y soldaduras pueden encontrarse en toda la superficie de los reactores nucleares de agua en ebullición, particularmente las soldaduras entre las estructuras anulares que soportan el disco del núcleo y la envolvente del núcleo dispuestos sobre las estructuras anulares, a veces designadas como la soldadura H6A.

La vasija de presión (RPV) de un reactor de agua en ebullición (BWR) presenta normalmente una forma generalmente cilíndrica y está cerrada por ambos extremos, por ejemplo mediante una tapa inferior y una tapa superior amovible. Una guía superior, a veces designada como rejilla, está situada espaciadamente sobre el disco del núcleo en el interior del RPV. La envolvente del núcleo, o envolvente, rodea el disco del núcleo y es soportado por una estructura de soporte de la envolvente. La envolvente del núcleo constituye una partición del flujo refrigerante del reactor y un soporte estructural de los componentes del núcleo. En la mayoría de los casos, la envolvente del núcleo presenta una forma generalmente cilíndrica y rodea tanto al disco del núcleo como a la guía superior. La tapa amovible de la envolvente está unida al reborde de la tapa de la envolvente en la parte superior de la misma.

Sobre la soldadura H6A, el disco del núcleo normalmente estará separado de la envolvente mediante una serie de cuñas de disco del núcleo irregularmente espaciadas fijadas en el interior de una fina abertura anular formada entre el disco del núcleo y la superficie interior de la envolvente. Las cuñas del disco del núcleo obstruyen el acceso a las soldaduras y superficies situadas en el interior de la abertura anular y la separación irregular entre las cuñas del disco del núcleo dificulta adicionalmente el acceso. Durante el funcionamiento del reactor, no obstante, las juntas de soldadura circunferenciales pueden experimentar grietas por corrosión intergranular bajo tensión (IGSCC) y grietas por corrosión bajo tensión debido a irradiaciones (IASCC) en las zonas afectadas por el calor de la soldadura que pueden reducir la integridad estructural de las soldaduras. En particular, la carga sísmica dinámica lateral podría producir desplazamientos relativos en los puntos de soldadura agrietados y puede generar fugas y desalineación de los componentes del reactor, lo cual podría comprometer la seguridad o el rendimiento. No obstante, debido a la compleja configuración de la conexión entre la envolvente y el disco del núcleo, el examen *in situ* de las soldaduras presenta muchas dificultades.

Por lo tanto, sería deseable proporcionar un aparato y un procedimiento correspondiente para inspeccionar las soldaduras utilizadas para unir la envolvente y el disco del núcleo a los anillos de soporte debajo del disco del núcleo que sea fiable y capaz de examinar la mayor parte de la circunferencia de dichas soldaduras y las superficies asociadas. Cuando se utilizan sensores ultrasónicos para examinar una soldadura, el punto de foco, la dirección y la frecuencia del haz de ultrasonidos pueden seleccionarse para alinearlos con una línea de fusión predeterminada entre una soldadura y las estructuras agregadas. El haz de ultrasonidos puede entonces ser reenfocado repetidamente para desplazar el punto focal a lo largo de la línea de fusión de la soldadura en incrementos discretos comprendidos entre aproximadamente 0,25 mm y aproximadamente 12,7 mm (entre aproximadamente 0,01 pulgadas y aproximadamente 0,5 pulgadas). Un procedimiento para dicha exploración incremental se da a conocer en la patente US n° 6.332.011, los contenidos de la cual se incorporan aquí a título de referencia.

Se han ideado diversos mecanismos para examinar soldaduras, particularmente para la utilización en entornos hostiles, como el interior de los RPV. Uno de tales aparatos se da a conocer en la patente US n° 5.568.527, los contenidos de la cual se incorporan a título de referencia, y proporciona un aparato de control remoto con mecanismos de fijación, de desplazamiento, de rotación y sensores para barrer un transductor ultrasónico sobre soldaduras específicas del T-box de rociado del núcleo incluyendo las soldaduras de unión de la placa de tapa con el T-box y de unión de los manguitos térmicos al T-box.

Breve sumario de la invención

En un ejemplo de realización, se proporciona un aparato para la inspección de la mayor parte de la longitud de una o más soldaduras con el acceso obstaculizado utilizadas en la fijación de la envolvente y del disco del núcleo a las estructuras de soporte. El aparato del ejemplo puede realizarse en un rango de configuraciones, pero tenderá a comprender un soporte, un bastidor que puede incluir medios integrales de sujeción, un conector, un transportador y un sensor. En un ejemplo de realización, el aparato dado a conocer se encuentra situado en posición adyacente a una parte de la superficie interior de la envolvente próxima al disco del núcleo y mantenido provisionalmente en su lugar. El sensor está situado suficientemente en la proximidad de la soldadura o de la superficie de interés y está activado, o bien de forma continua o por impulsos, cuando el transportador se desplaza, o bien de forma continua o por etapas, o incrementalmente, a lo largo del bastidor para desplazar el (los) sensor(es) a lo largo de la zona explorada para adquirir los datos correspondientes al carácter y calidad de la zona explorada.

Breve descripción de los dibujos

Los ejemplos de realización de los dispositivos y procedimientos que pueden utilizarse para poner en práctica la presente invención se describen más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1A es una vista en sección de una parte de una vasija de presión de un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR) corriente en la unión de la envolvente y del disco del núcleo;

la figura 1B es una vista en sección de la parte B que proporciona una ilustración ampliada de la unión entre la envolvente, el disco del núcleo y un elemento de soporte;

la figura 1C es una vista en planta de la parte ilustrada en las figuras 1A y 1B;

las figuras 2A a 2C son vistas en planta que ilus-

tran el funcionamiento de algunos elementos de un ejemplo de realización de la invención;

las figuras 3A a 3D son vistas que ilustran el funcionamiento de algunos elementos de un ejemplo de realización de la invención;

las figuras 4A a 4C son vistas que ilustran el funcionamiento de algunos elementos de un ejemplo de realización de la invención durante una operación de exploración;

las figuras 5A a 5D son vistas que ilustran el funcionamiento de algunos elementos de un ejemplo de realización de la invención;

las figuras 6A a 6D ilustran algunas configuraciones alternativas de un brazo sensor y de un(os) cabezal(es) sensor(es) que pueden utilizarse con ejemplos de realización de la invención;

las figuras 7A a 7C ilustran el funcionamiento de algunos elementos de otro ejemplo de realización de la invención; y

la figura 8 ilustra un ejemplo de cabezal sensor multifuncional que puede utilizarse en la puesta en práctica de la invención.

Debe observarse que dichas figuras pretenden ilustrar las características generales de los procedimientos y materiales de los ejemplos de realización de esta invención, para fines de descripción de tales realizaciones. No obstante, estos dibujos no están reproducidos a escala y pueden no reflejar de forma exacta las características de cualquier realización determinada, y no debería interpretarse que definen o limitan el intervalo de valores o propiedades de las realizaciones comprendidas en el ámbito de esta invención. Particularmente, el posicionamiento y el dimensionado relativo de los diversos elementos pueden haber sido reducidos o exagerados para mayor claridad.

Descripción detallada de la invención

La figura 1A es una vista en sección de una parte de una vasija de presión (RPV) de un reactor nuclear de agua en ebullición (BWR). La RPV presenta una forma generalmente cilíndrica cerrada por un extremo por una tapa inferior y por su otro extremo por una tapa superior amovible con una pared lateral que se extiende entre la tapa inferior y la tapa superior. En el interior de la RPV se dispondrá una envolvente 100 de núcleo de forma generalmente cilíndrica que rodea el núcleo del reactor en el cual se encuentran conjuntos de combustible soportados por el disco del núcleo 102 que presenta rebajes 106 dispuestos en la superficie superior para alojamiento de dichos conjuntos de combustible. La envolvente 100 se sostendrá en un extremo mediante un soporte 104 de envolvente y normalmente presentará una tapa amovible de envolvente en el otro extremo. Entre la envolvente 100 y el disco del núcleo 102 se forma una abertura 110 anular en el interior de la cual una serie de cuñas 108 del disco del núcleo, que pueden incluir asas de maniobra 108a, están parcialmente insertadas en el interior de dicha abertura anular para controlar el posicionamiento relativo de la envolvente y del disco del núcleo.

La cantidad de calor generado en el núcleo del reactor se regula insertando y retirando barras de control de un material absorbente de neutrones, tal como hafnio. En la medida en que dichas barras de control se encuentran insertadas en los conjuntos de combustible, las barras de control absorben neutrones que, de otro modo, estarían accesibles para acelerar la reacción en cadena que genera calor en el núcleo del reactor. Los tubos de guía de las barras de control pueden utilizarse para mantener el movimiento vertical de las barras de control durante la inserción y la retirada de las mismas, y el accionamiento de las barras de control puede utilizarse para insertar y retirar selectivamente las barras de control durante el funcionamiento del reactor. Los conjuntos de combustible pueden alinearse utilizando el disco del núcleo 102 y los rebajes de alojamiento 106, u otras estructuras de alineamiento para el control de la separación y la estabilización de los conjuntos de combustible. También puede utilizarse una placa de guía superior para alinear los conjuntos de combustible conforme estos descienden hacia el núcleo del reactor.

Las soldaduras entre la envolvente, el soporte de la envolvente y el disco del núcleo pueden rodear diversas configuraciones "estándar" dependiendo de la generación particular del BWR, el vendedor del equipo y el contratista. En algunas instalaciones de BWR, tanto la envolvente 100 como el disco del núcleo 102 se soldarán al soporte de la envolvente 104 con soldaduras 112 situadas en el extremo inferior de la abertura anular 110 formada entre la envolvente y el disco del núcleo como aparece en la figura 1B.

En la forma ilustrada en las figuras 1A a 1C, el pequeño espacio anular de la abertura 110 formada entre la envolvente y el disco del núcleo, que puede presentar una anchura de sólo unos 13 mm (0,5 pulgadas), y la presencia de las cuñas 108 del disco del núcleo, dificultan el acceso a las soldaduras 112 y convierten en un desafío importante las necesarias inspecciones de las soldaduras en la instalación y durante el funcionamiento.

Las figuras 2A a 2C ilustran el funcionamiento de algunos de los componentes básicos de un ejemplo de aparato según la presente invención. Como puede apreciarse, un soporte de carril 200 soporta un carril curvo 202 que, a su vez, soporta en su cara exterior un conjunto de exploración que comprende un carro 204, un soporte de sensor 206 y un sensor 208 y mecanismos que se ocupan del movimiento relativo de los diversos elementos (no ilustrados). Como muestra la figura 2B, el soporte de carril 200 puede disponerse y configurarse para recolocar el carril curvo en una posición desviada o en voladizo respecto al soporte de carril. Similarmente, como, ilustra la figura 2C, el conjunto de exploración puede desplazarse a lo largo del carril curvo 202 para situar el sensor 208 para explorar y dirigir la exploración.

El funcionamiento de los componentes básicos ilustrados en las figuras 2A a 2C y descrito anteriormente se duplica sustancialmente en las figuras 3A a 3C. No obstante, como refleja la figura 3D, el soporte de sensor 206 también puede desplazarse verticalmente respecto al carril curvo 202 utilizando un carril o guía 210 con el fin de insertar el sensor 208 en la abertura anular 110 y situarlo suficientemente en la proximidad de las soldaduras 112 o de una de las superficies laterales de la envolvente 100 o del disco del núcleo 102 para poder efectuar la operación de exploración deseada.

Las figuras 4A a 4C (con la envolvente suprimida) ilustran un ejemplo de operación de exploración. Como muestra la figura 4A, el aparato se situará en posición adyacente a la superficie interior de la envolvente 100 con el carril curvo 202 generalmente paralelo a la superficie superior del disco del núcleo 102. El carro 204 se situará sobre una parte de la abertura anular 110 que no esté obstaculizada por una cuña

108 del disco del núcleo. La parte de sensor 208 del aparato descenderá entonces al interior de la abertura anular 110 y se situará en posición adyacente a la soldadura o superficie de interés. El elemento sensor o elementos provistos en el interior del sensor 208 se activan a continuación cuando el sensor es desplazado a lo largo de la figura explorada para explorar una zona, indicada de forma general como zona 300, y genera los datos de exploración deseados. Estos datos se analizan posteriormente para evaluar las condiciones de la figura explorada de modo que, en caso necesario, puedan tomarse medidas correctivas con la anticipación debida. Pueden incorporarse en el soporte del sensor guías adicionales o elementos elásticos (no mostrados) para permitir un grado limitado de "fluctuación" pasiva para admitir irregularidades menores en la figura explorada sin dañar el sensor ni requerir un reposicionamiento vertical activo del soporte del sensor.

Como se apreciará, las partes de exploración del aparato pueden realizarse en una amplia variedad de configuraciones, pero generalmente comprenderán un carril curvo 202 construido para presentar un radio de curvatura sustancialmente idéntico al de la superficie interior de la envolvente 100. Dependiendo del tamaño de la abertura anular 110, las partes inferiores del soporte del sensor 206 que se insertarán en la abertura anular y una o más de las superficies del sensor 208 también podrán configurarse con curvaturas similares. Adaptando estos elementos para una mejor correspondencia con la abertura anular 110, puede reducirse la probabilidad de interferencia mecánica durante la inserción en la abertura y el desplazamiento a lo largo de la misma y puede simplificarse el mecanismo de posicionamiento. El aparato también puede incluir uno o más elementos separadores 216 que entrarán en contacto con la superficie interior de la envolvente y establecerán realmente una separación conocida del carril curvo 202 respecto a la envolvente.

Como ilustran las figuras 5A a 5D, el aparato puede disponerse en el interior de un armazón bastidor 212 configurado para corresponder a una formación de conjuntos de combustible, de modo que puede insertarse en el núcleo del reactor utilizando las aberturas previstas en la guía superior y las estructuras de alineamiento correspondientes dispuestas en el bastidor 212a y en el disco del núcleo 102 para fijar la posición del bastidor respecto a la superficie interior de la envolvente. Durante la inserción y posicionamiento del bastidor 212, el aparato de exploración puede mantenerse en una posición protegida o retractada en el interior del bastidor, tanto para para facilitar la inserción a través de la guía superior como para proteger los elementos más delicados del aparato. Una vez el bastidor posicionado en el interior del núcleo, normalmente utilizando la ubicación periférica de un conjunto de combustible, el aparato de exploración puede reconfigurarse para extenderse desde el bastidor 212 y hacia la superficie interior de la envolvente.

El carril curvo 202, que puede ser colocado en una orientación sustancialmente vertical para ajustarlo al interior del bastidor 212, figura 5B, puede girar, a continuación, alrededor de un eje 218 para ser colocado en una configuración sustancialmente horizontal, figura 5C, es decir, sustancialmente paralelo a la superficie superior del disco del núcleo, como preparación para la operación de exploración. La parte extendida del aparato de exploración puede ser conectada al bastidor 212 utilizando diversos elementos mecánicos 214 y elementos de posicionamiento que comprenden, por ejemplo, pistones hidráulicos, pistones neumáticos, motores de velocidad gradual, cuadriláteros articulados que pueden seleccionarse y configurarse para situar el aparato de exploración en posición adyacente a la pared interior de la envolvente 100 y encima de la abertura anular 110 como ilustra la figura 5D.

Como muestran las figuras 6A a 6D, el soporte del sensor puede configurarse en forma de "T", 206a, o en forma de "L", 206b, con sensores 208, 208a y 208b, dispuestos en la(s) parte(s) extendida(s) de los soportes del sensor. La utilización de dichos soportes de sensor modificados en la operación de exploración mostrada en las figuras 4A-D permitiría colocar los cabezales sensores debajo de las cuñas del disco del núcleo que limitan el desplazamiento horizontal de la parte superior del soporte del sensor e incrementar el área que puede ser explorada utilizando el aparato de ejemplo. Además, como ilustran las figuras 6B y 6D, los soportes del sensor 206a, 206b y/o los sensores 208, 208a y 208b, dependiendo del tamaño relativo, también pueden configurarse para corresponder al radio de curvatura de la abertura anular 110.

Como ilustra la figura 8, el sensor 208 puede comprender un bastidor o cuerpo principal 302 dispuesto para sujetar el soporte del sensor y para soportar una pluralidad de sensores 304, 306 que pueden presentar diferentes configuraciones y/o ser adecuados para analizar diferentes propiedades de la(s) figura(s) o superficies exploradas. Por ejemplo, el sensor 208 puede comprender una serie de transductores ultrasónicos configurados para generar rangos de frecuencia diferentes y focalizados en zonas diferentes correspondientemente a la posición del bastidor. Por ejemplo, los sensores individuales, en un ejemplo de sensor, pueden comprender un transductor de deslizamiento de 45° que funcione a 2,25 MHz, un transductor longitudinal refractado (RL) 60° que funcione a 2,25 MHz, un transductor de desplazamiento de diámetro exterior (OD) que funcione a 2,25 MHz y un transductor longitudinal de 0° que funcione a 5 MHz. Para ajustarse al espacio relativamente estrecho de la abertura anular 110, estos transductores presentarán normalmente dimensiones del orden comprendido entre 5 mm y 21 mm, pero, como se apreciará, el tamaño real puede adaptarse a la aplicación particular y a los sensores particulares utilizados en el cabezal sensor y puede estar determinado por los mismos. El sensor no está limitado a los dispositivos ultrasónicos y pueden comprender sensores de corrientes parásitas, resistencia eléctrica, ópticos y otros sensores si se desea, siempre que puedan configurarse para cumplir los requisitos de espacio. El bastidor 302 también comprende normalmente una pluralidad de conexiones o puertos 308 tanto par las líneas de alimentación como para las de sensores, comunicación o datos, que pueden comprender hilos o cables conductores y líneas de fibra óptica.

Otros ejemplos de realización del aparato según la invención se ilustran en las figuras 7A a 7C. Como muestra la figura 7A, el carril curvo 202 puede estar dotado de dispositivos de sujeción dispuestos en la proximidad de los extremos de los carriles. Una realización de un dispositivo de sujeción incluye un cilindro 220 u otro accionador que puede utilizarse para extender un dispositivo posicionador tal como una cu-

ña 222, un elemento elástico (no mostrado), una leva (no mostrada) u otro elemento. Como ilustra la figura 7B, el (los) dispositivo(s) de posicionamiento pueden configurarse y posicionarse para fijar provisionalmente la posición del carril 202 respecto a la abertura anular 110 entrando en contacto con una o más de las paredes laterales de la abertura anular, la superficie interior de la envolvente 100 y las cuñas del disco del núcleo 108 (no mostradas). Una vez completada la operación de exploración, los dispositivos de posicionamiento 222 pueden soltarse o retirarse para permitir el reposicionamiento del aparato de exploración en una situación adyacente a una parte circunferencial distinta de la envolvente interior 100.

Como ilustra la figura 7C, el aparato de exploración puede disponerse en un polo 226 que pueda soportar un bastidor o montaje 224 y permitir un intervalo amplio de movimiento en el interior del núcleo del reactor. El bastidor 224 también puede dotarse de estructuras de alineación 224a para situarlo en las ubicaciones de conjuntos de combustible del disco del núcleo, o puede comprender otros sistemas (no mostrados) para fijar provisionalmente la posición del aparato de exploración respecto a la superficie interior de la envolvente 100. Los otros sistemas pueden disponerse y configurarse para ser conectados a otros puntos o piezas de unión previstas normalmente en diversas ubicaciones en el interior de la vasija del reactor para efectuar el mantenimiento periódico. Alternativamente, los otros sistemas pueden configurarse para interactuar con otras estructuras normalmente dispuestas en la proximidad de la periferia del disco del núcleo mediante las cuales el aparato de exploración puede fijarse provisionalmente en una posición respecto a la superficie interior de la envolvente. Por ejemplo, pueden proporcionarse sistemas de vacío para fijar el aparato de exploración a la envolvente 100 o al disco del núcleo 102 creando un diferencial de presión suficiente para mantener el aparato en su lugar.

Aunque esta invención haya sido mostrada y descrita particularmente con referencia a ejemplos de realización de la misma, los expertos en la materia apreciarán que pueden realizarse diversas modificaciones en la forma y los detalles de los mismos, sin apartarse por ello del espíritu y el alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

Lista de referencias

N° de referencia	Descripción
100	envolvente del núcleo
102	disco del núcleo
104	soporte de la envolvente
106	rebajes de alojamiento
108	cuñas del disco del núcleo
108a	asas de maniobra
110	abertura anular
112	soldaduras
200	soporte del carril
202	carril curvo
204	carro
206	soporte del sensor
206a	soporte de sensor en forma de “T”
206b	soporte de sensor en forma de “ L”
208, 208a, 208b	sensores
210	guía
212, 212a	bastidores
214	elementos mecánicos
216	elementos separadores
220	cilindro
222	cuña
224	montaje
224a	estructuras de alineación
226	polo
300	zona
302	cuerpo principal
304, 306	sensores
308	puertos

REIVINDICACIONES

1. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular (110), **caracterizado** porque comprende:

un soporte de carril (200) que puede situarse en la proximidad de la abertura anular;

un carril (202) generalmente curvo dispuesto sobre el soporte de carril (200), presentando el carril un radio de curvatura sustancialmente idéntico al de la superficie anular;

un carro (204) dispuesto y configurado para desplazarse a lo largo del carril en una primera dirección;

un soporte (206) de sensor dispuesto sobre el carro y configurado para desplazarse a lo largo de un eje sustancialmente perpendicular a la primera dirección; y

un sensor (208) dispuesto sobre el soporte de sensor, estando configurado el sensor para su inserción en el interior de la abertura anular, produciendo por consiguiente el desplazamiento del carro el desplazamiento del sensor a lo largo de una parte de la superficie de la abertura anular.

2. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además:

un mecanismo de sujeción (220, 222) para fijar provisionalmente la posición del carril en situación adyacente y encima de la abertura anular.

3. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el mecanismo de sujeción comprende uno o más elementos seleccionados de entre un grupo constituido por:

un elemento separador (216) dispuesto para entrar en contacto con una superficie que se extiende desde una pared lateral exterior de la abertura anular para mantener un espacio predeterminado entre el carril y la superficie;

un primer y un segundo accionadores (220) dispuestos en la proximidad de los extremos opuestos del carril para colocar elementos de fijación en el interior de la abertura anular;

un sistema de vacío dispuesto para la fijación a una superficie que se extiende desde una pared lateral exterior de la abertura anular; y

un sistema de vacío dispuesto para fijación a una superficie que se extiende radialmente desde la abertura anular.

4. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 3, **caracterizado** porque los elementos de fijación comprenden además uno o más elementos seleccionados de entre el grupo constituido por:

un elemento sustancialmente en forma de cuña (222) configurado para su inserción parcial en el interior de la abertura anular en una dirección de inserción sustancialmente perpendicular a la primera dirección, para fijar provisionalmente la posición del aparato de inspección respecto a la abertura anular;

un elemento asimétrico que presenta una primera dimensión inferior a la anchura de la abertura anular, y una segunda dimensión por lo menos igual a la anchura de la abertura anular, configurado para girar con el fin de fijar provisionalmente la posición del aparato de inspección respecto a la abertura anular;

un elemento elástico que adopta una configuración comprimida al ser insertado en el interior de la abertura anular; y

un elemento configurado para la transición selectiva entre una configuración ampliada y una configuración reducida para fijar provisionalmente la posición del aparato de inspección respecto a la abertura anular.

5. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 1, **caracterizado** porque comprende además:

un alojamiento (212) que está dispuesto y configurado para contener el soporte del carril (200), el carril (202) generalmente curvo, el carro (204), el soporte del sensor (206) y el sensor (208) en una configuración almacenada.

6. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 5, **caracterizado** porque comprende además:

un alojamiento (212) que está dispuesto y configurado para contener y proteger el soporte del carril (200), el carril (202) generalmente curvo, el carro (204), el soporte del sensor (206) y el sensor (208) cuando se encuentran en configuración de almacenado; y

un mecanismo de despliegue (214) dispuesto para extender selectivamente el soporte del carril, el carril generalmente curvo, el carro, el soporte del sensor y el sensor desde el alojamiento cuando se encuentra en configuración desplegada y volver a la configuración de almacenado.

7. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 6, **caracterizado** porque:

el mecanismo de despliegue (214) está dispuesto para girar selectivamente el carril entre una orientación sustancialmente vertical y una orientación sustancialmente horizontal.

8. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 5, **caracterizado** porque:

la orientación del soporte de carril (200) es sustancialmente idéntica en las dos configuraciones almacenada y desplegada.

9. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 8, **caracterizado** porque:

el mecanismo de despliegue (214) comprende un cuadrilátero articulado para mantener la orientación del soporte de carril cuando cambia entre la configuración almacenada y la configuración desplegada.

10. Aparato para la inspección de material dispuesto en el interior de una abertura anular según la reivindicación 1, **caracterizado** porque:

el soporte de sensor (206a, 206b) comprende una parte superior de conexión y una parte inferior de soporte del sensor, presentando la parte de soporte una extensión horizontal que supera la extensión horizontal de la parte de conexión.

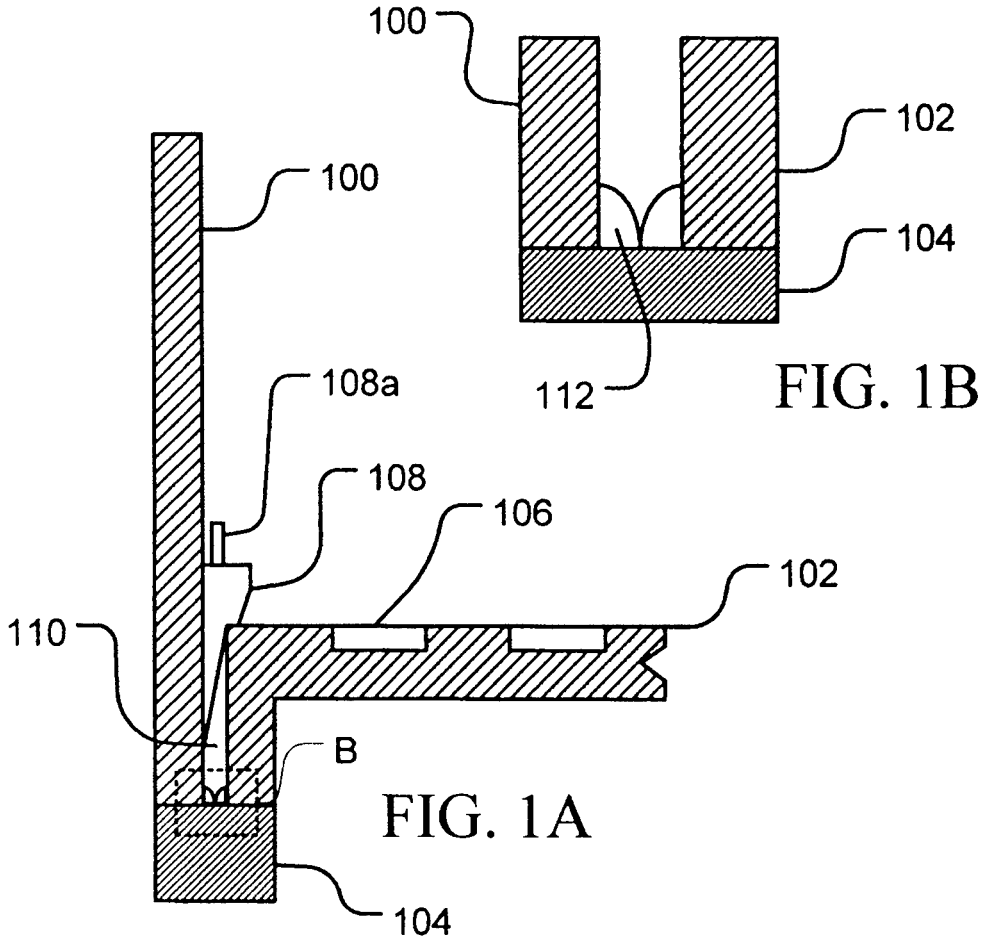


FIG. 1B

FIG. 1A

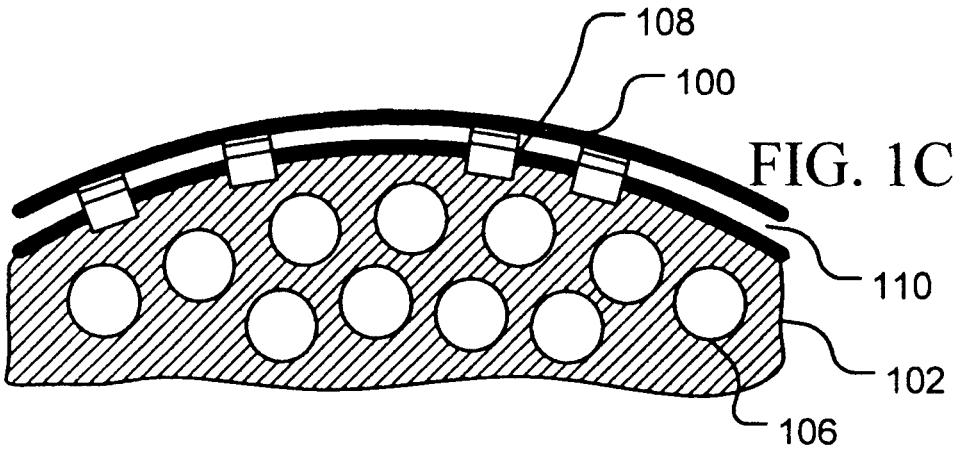


FIG. 1C

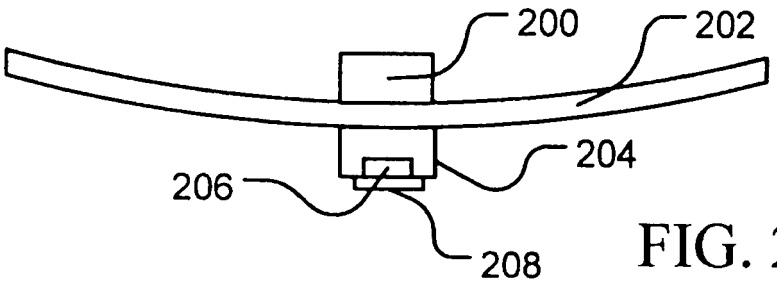


FIG. 2A

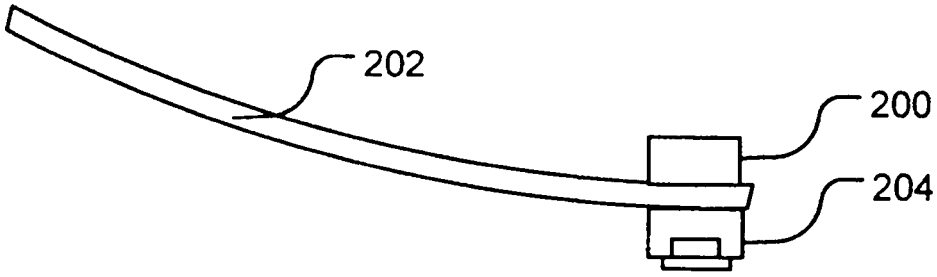


FIG. 2B

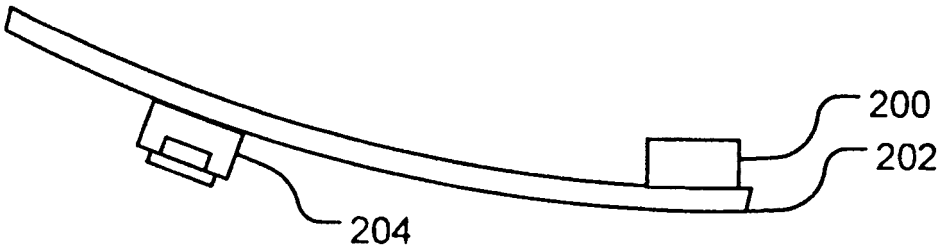


FIG. 2C

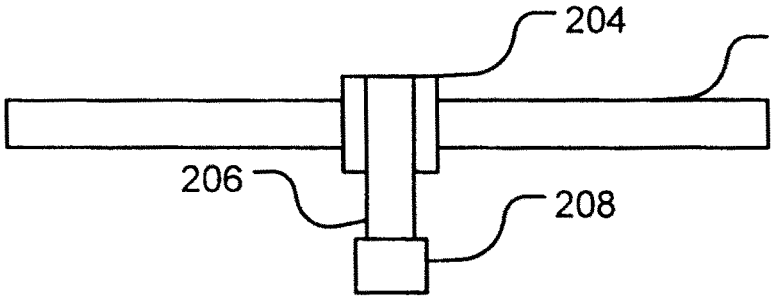


FIG. 3A

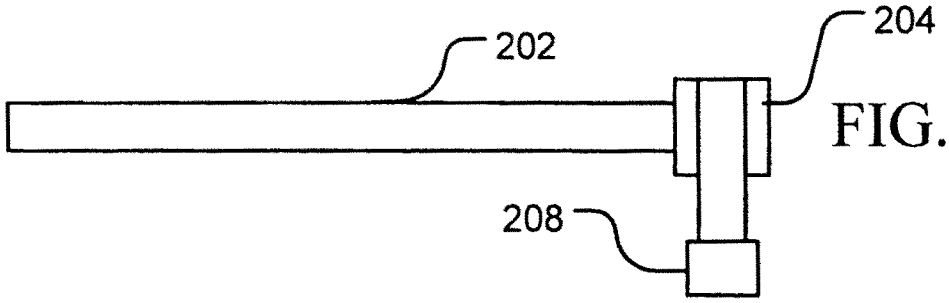


FIG. 3B

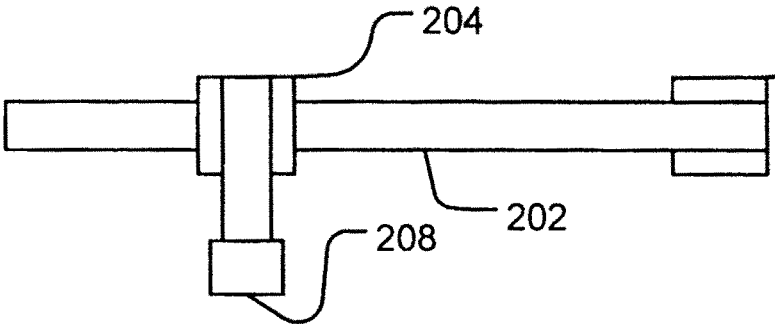


FIG. 3C

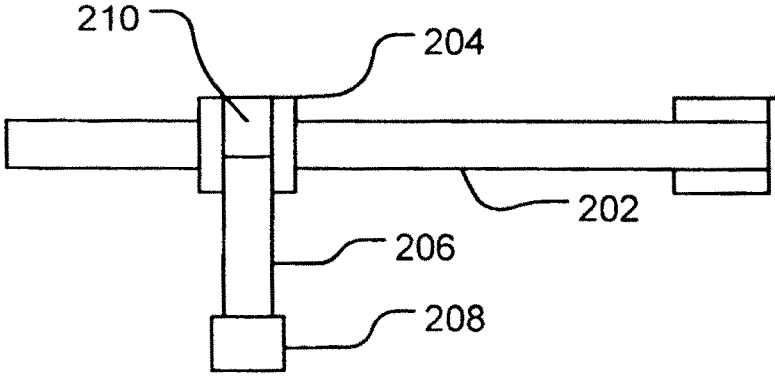


FIG. 3D

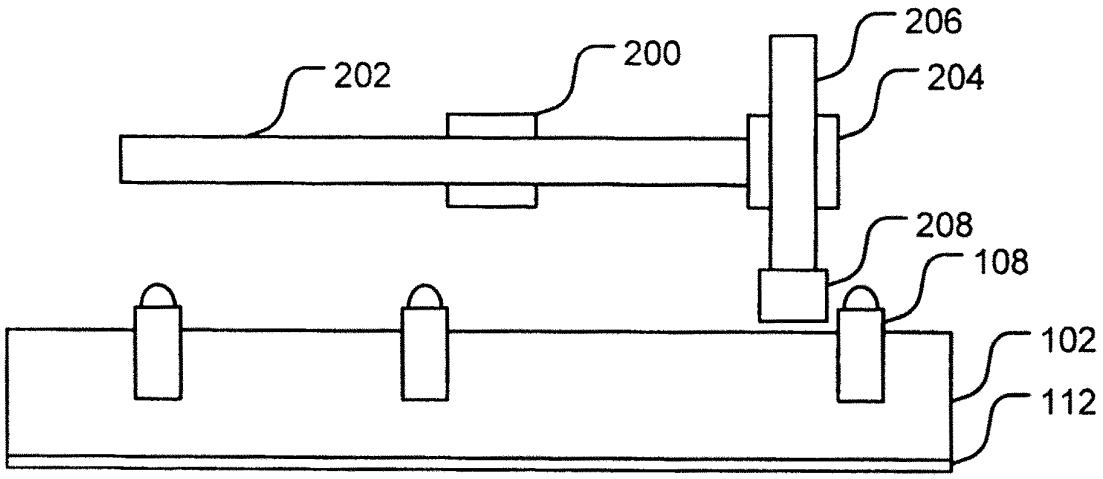


FIG. 4A

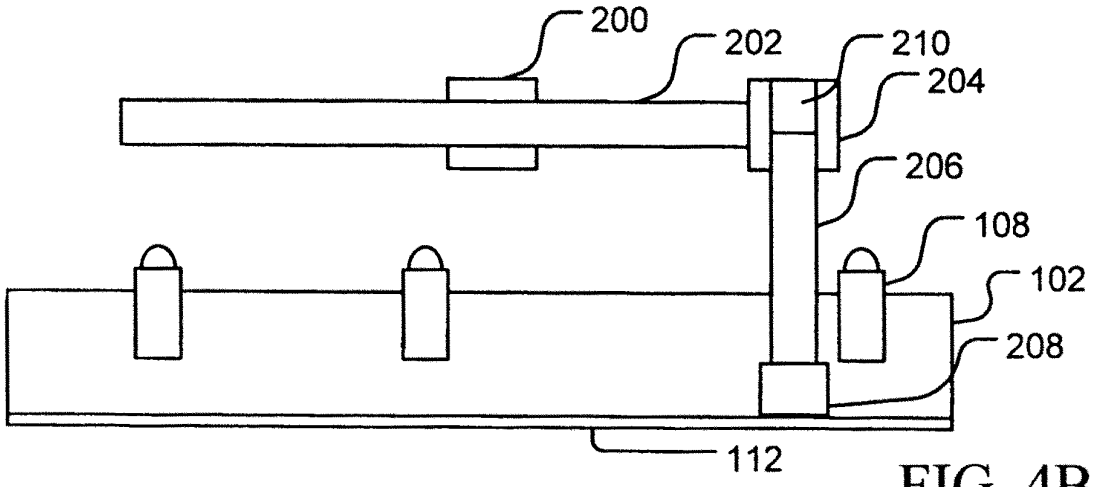


FIG. 4B

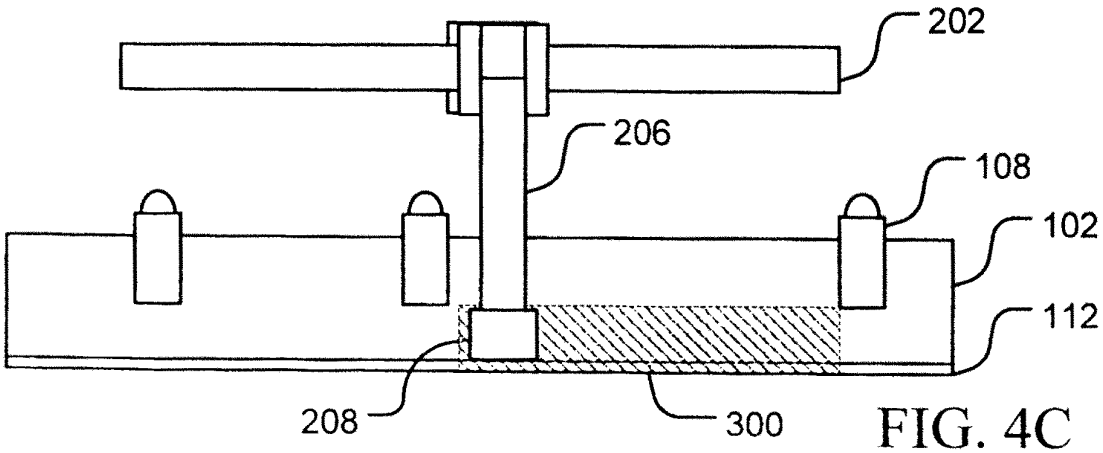


FIG. 4C

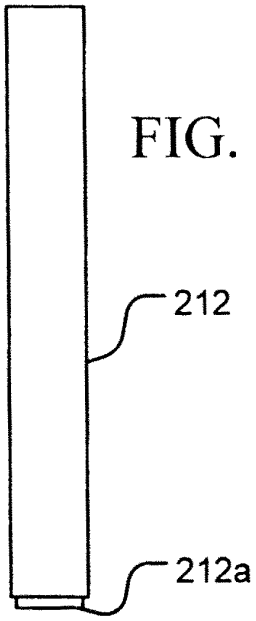


FIG. 5A

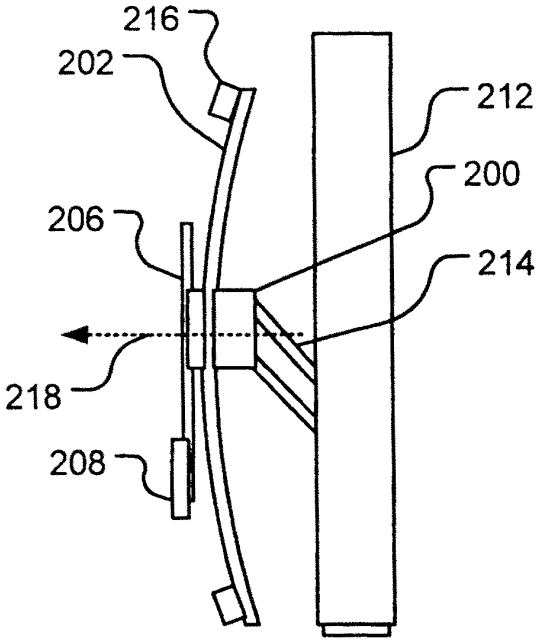


FIG. 5B

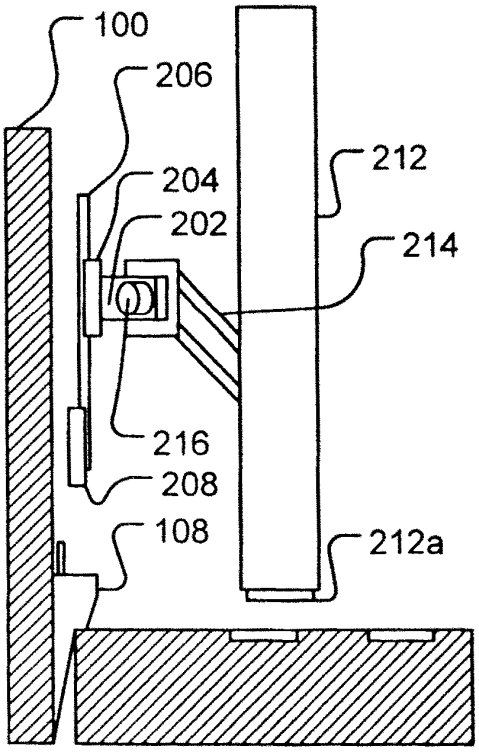


FIG. 5C

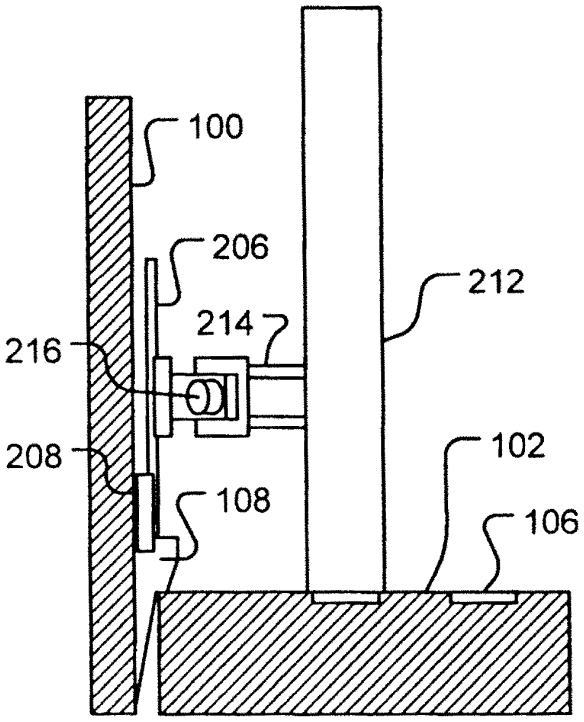


FIG. 5D

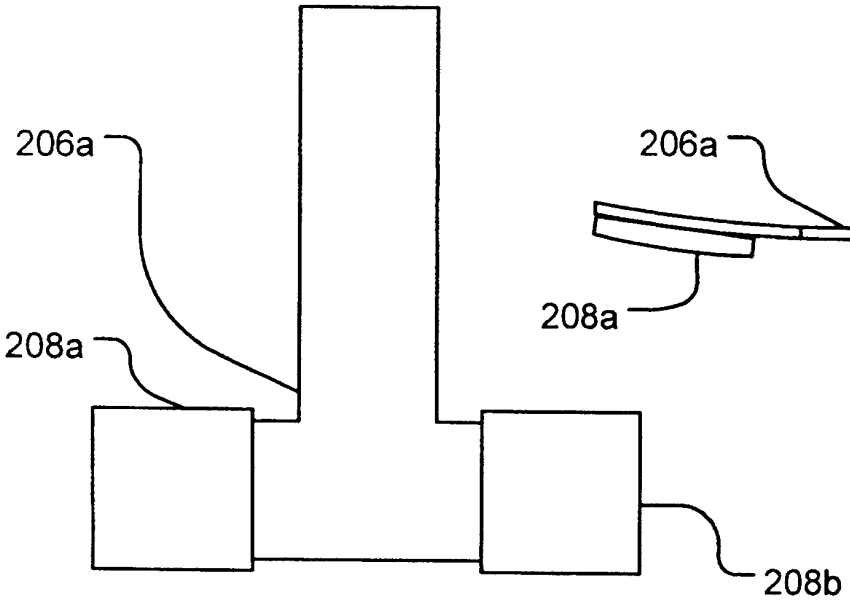


FIG. 6A

FIG. 6B

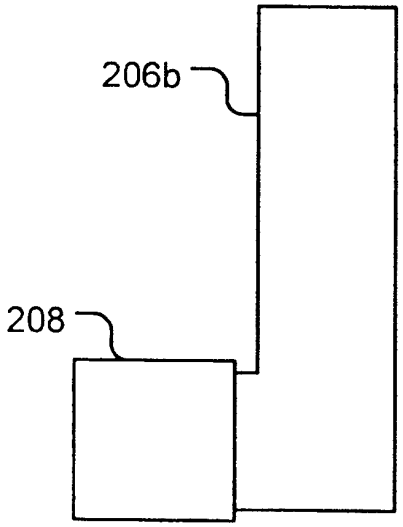


FIG. 6C

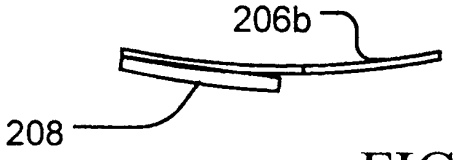


FIG. 6D

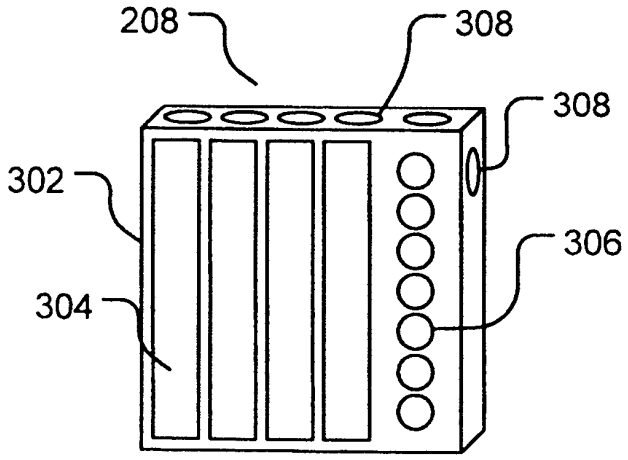


FIG. 8

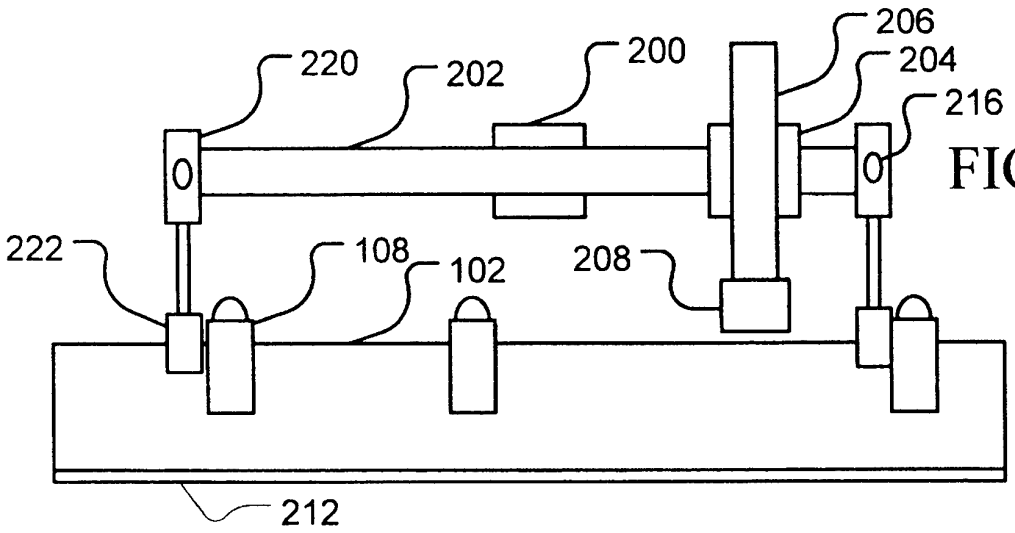


FIG. 7A

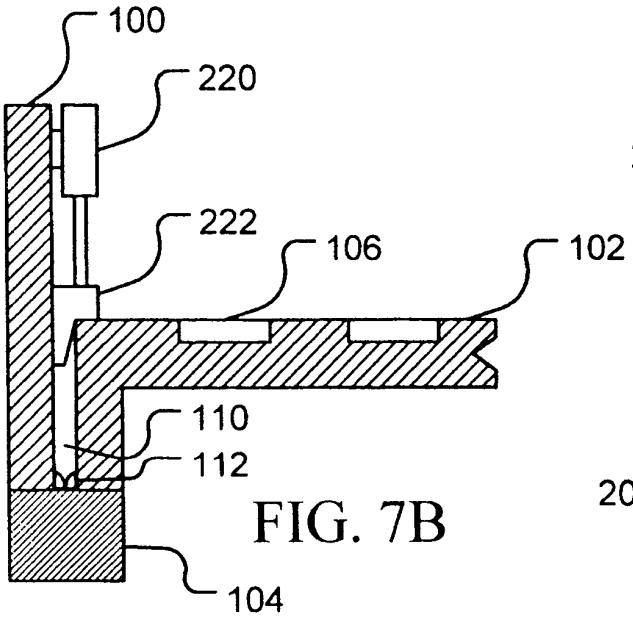


FIG. 7B

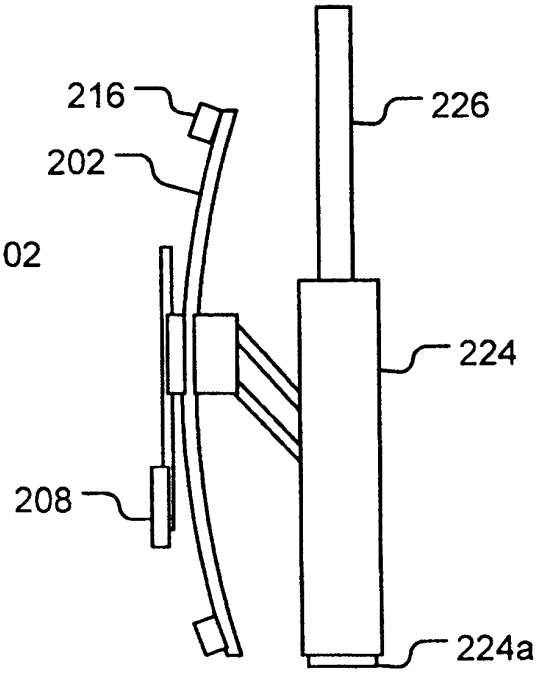


FIG. 7C

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) ES 2 270 702

(21) Nº de solicitud: 200501191

(22) Fecha de presentación de la solicitud: **11.05.2005**

(32) Fecha de prioridad: **13.05.2004**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

(51) **Int. Cl.:** ***G21C 17/01*** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 9518452 A1 (ABB TEKNISKA ROENTGENCENT; LANDER LARS) 06.07.1995, página 6, línea 12 - página 7, línea 15; figura 2.	1-4,10
X	US 5519741 A (HITACHI LTD) 21.05.1996, columna 6, líneas 27-53; columna 7, líneas 7-30; columna 8, líneas 6-42; figuras 3-8.	1-4,10
A	US 5784425 A (MORLAN) 21.07.1998, todo el documento.	1-4,10
A	DE 2913742 A1 (MASCHF AUGSBURG NUERNBERG AG) 09.10.1980, todo el documento.	1-4,10
Y	US 5838752 A (SHIMAMURA) 17.11.1998, todo el documento.	5,6
A	US 5503033 A (TRICK HOLDINGS) 02.04.1996, todo el documento.	5-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica
O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones ☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe	Examinador	Página
14.03.2007	P. Valbuena Vázquez	1/1