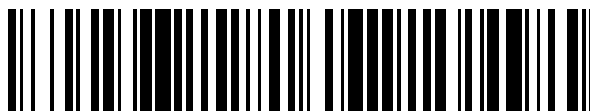


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 717 648**

51 Int. Cl.:

**G21C 17/00** (2006.01)

**G21C 17/003** (2006.01)

**G21C 17/017** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.11.2011 PCT/US2011/059852**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12082263**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.11.2011 E 11849792 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.01.2019 EP 2652744**

54 Título: **Dispositivo de inspección de guía superior**

30 Prioridad:

**13.12.2010 US 965966**

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

**24.06.2019**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CARBONELL, JOHN R. y  
OSTRANDER, KRISTOFFER V.**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 717 648 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

Dispositivo de inspección de guía superior

**Antecedentes de la invención****1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención se refiere en general a la inspección de los interiores de un reactor de agua de ebullición y más particularmente a la inspección de la parte inferior de una guía superior para un reactor de agua en ebullición.

**2. Técnica relacionada**

10 La figura 1 es una vista en sección, con partes cortadas, de una vasija 10 de presión típico del reactor para un reactor nuclear de agua en ebullición. Durante el funcionamiento del reactor de agua en ebullición, el agua refrigerante que circula en la vasija 10 a presión del reactor se calienta por fisión nuclear producida en el núcleo 12. El agua de alimentación es admitida en la vasija a presión del reactor 10 por una entrada 14 de agua de alimentación y un rociador 16 de agua de alimentación. El rociador 16 es un tubo en forma de anillo que incluye aberturas para distribuir circunferencialmente el agua de alimentación dentro de la vasija 10 de presión del reactor. El agua de alimentación proveniente del rociador 16 de agua de alimentación fluye hacia abajo a través del anillo 18 de bajantes, que es una región anular entre la vasija 10 de presión del reactor y la cubierta 20 del núcleo.

15 La cubierta 20 del núcleo es un cilindro de acero inoxidable que rodea el núcleo 12. El núcleo 12 incluye una multiplicidad de conjuntos 22 de haces de combustible; dos disposiciones de los cuales se muestran en la figura 1. Cada disposición de conjuntos 22 de haces de combustible está soportado en su parte superior por la guía 24 superior y en la parte inferior por la placa 26 de núcleo. La guía 24 superior proporciona soporte lateral para la parte superior de los conjuntos 22 de haces de combustible y mantiene la separación correcta del canal de combustible para permitir la inserción de la barra de control.

20 Los flujos de agua de refrigeración hacia abajo a través del anillo 18 de bajantes y en la cámara 28 del núcleo inferior. El agua refrigerante en el núcleo inferior de la cámara 28 a su vez fluye hacia arriba a través del núcleo 12. El agua refrigerante entra en los conjuntos 22 de haces de combustible en donde se establece una capa límite de ebullición. Una mezcla de agua y vapor sale del núcleo 12 e ingresa al núcleo superior 30 del núcleo debajo de la tapa 32 de la cubierta. La cámara 30 superior del núcleo proporciona una separación entre la mezcla de vapor y agua que sale del núcleo 12 y entra en las tuberías 34 verticales. Las tuberías 34 verticales están dispuestas sobre la tapa 32 de la cubierta y en comunicación fluida con la cámara 30 superior del núcleo.

25 La mezcla de vapor-agua fluye a través de las tuberías 34 verticales y entra en los separadores 36 de vapor, que pueden ser, por ejemplo, de tipo centrífugo de flujo axial. Los separadores 36 de vapor separan sustancialmente la mezcla de agua y vapor en agua líquida y vapor. El agua líquida separada se mezcla con el agua de alimentación en la cámara 38 de mezcla. Esta mezcla luego regresa al núcleo 12 a través del anillo 18 de bajantes. El vapor separado pasa a través de los secadores 40 de vapor y entra en el domo 42 de vapor. El vapor seco se extrae de la vasija 10 de presión del reactor a través de la salida 44 de vapor para su uso en turbinas y otros equipos (no se muestra).

30 El reactor de agua en ebullición incluye también un sistema de recirculación de refrigerante que proporciona el flujo de convección forzada a través del núcleo 12 necesario para alcanzar la densidad de potencia requerida. Una porción del agua es aspirada desde el extremo inferior del anillo 18 de bajantes a través de la salida 46 de agua de recirculación y es forzada por una bomba de recirculación centrífuga (no mostrada) a una pluralidad de conjuntos 48 de bomba de chorro (solo se muestra uno de ellos) a través de entradas 50 de recirculación de agua. Los conjuntos 48 de bomba de chorro están distribuidos circunferencialmente alrededor de la cubierta 110 del núcleo y proporcionan el flujo de núcleo del reactor requerido.

35 La Comisión Reguladora Nuclear de los Estados Unidos requiere que, para las extensiones de la licencia de la planta nuclear, los componentes internos del reactor sujetos a degradación por edad sean inspeccionados para determinar su deterioro a través de un mecanismo tal como el craqueo por corrosión intergranular. El procedimiento anterior de inspeccionar el lado inferior de la guía superior se realizó con una sola cámara que se aseguró a sí misma a través de un trozo de cinta de modo que la cámara apuntara directamente hacia arriba. Las inexactitudes en el movimiento y el ángulo de inspección fueron comunes con este procedimiento. Los criterios de inspección visual establecidos en el Informe -03 (Revisión 12) de la Vasija de Reactores de Agua en Ebullición y del Proyecto Interno (BWRVIP) de EPRI requieren que el ángulo de la cámara se coloque a 30° o menos de la perpendicular con una distancia conocida de la pieza de inspección. BWRVIP-26A y BWRVIP-183 son aplicables a los exámenes de la guía superior. Al emplear el procedimiento anterior, era difícil verificar que la inspección estuviera dentro de los criterios de inspección.

40 Un documento de inspección con las características de la porción del preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento JP H03 261897 A.

45 Por consiguiente, se desea un nuevo procedimiento que pueda verificar que se han seguido los criterios de

inspección. Más particularmente, se desea un nuevo aparato que pueda llevar a cabo dicho procedimiento y mantener un ángulo y distancia conocidos de la cámara desde la pieza de inspección, así como proporcionar rigidez para mantener el impacto inducido por el flujo en el proceso de inspección al mínimo, si no se elimina por completo.

### **Sumario de la invención**

5 Los objetivos anteriores se consiguen mediante el aparato de la presente invención que proporciona un dispositivo de inspección para una guía superior de un reactor de agua en ebullición. El dispositivo de inspección incluye un bastidor del tamaño adecuado para descansar y apoyarse en el borde superior de una abertura del conjunto de combustible dentro de la guía superior. Se apoya una pista de la rueda desde el bastidor de manera que se extienda alrededor de una periferia de la abertura del conjunto de combustible, sustancialmente cerca de un borde del mismo, cuando el bastidor está soportado en el borde superior de la abertura del conjunto de combustible. Un árbol central se soporta de manera rotatoria desde el bastidor y se extiende hacia abajo debajo de la abertura del conjunto de combustible, sustancialmente a lo largo de un eje del conjunto de combustible que se colocará debajo de la apertura, cuando el bastidor se apoya en el borde superior de la abertura del conjunto de combustible. Una abrazadera de articulación está conectada de forma fija al árbol central y se extiende lateralmente desde él con una articulación distal abisagrada que tiene una línea de articulación sustancialmente paralela y separada del árbol central. Un seguidor de leva se desplaza en la pista de la rueda y se apoya desde la articulación distal. Un soporte del sensor de inspección está conectado entre el árbol central y la articulación distal para soportar una cámara en un ángulo fijo para observar la parte inferior de la guía superior.

20 En una realización, el aparato incluye un anillo de parada brusca para impedir que el árbol central gire más de aproximadamente 380°. Preferiblemente, la articulación distal abisagrada está cargado por un muelle en una orientación preseleccionada que está preferiblemente en un ángulo de 0° con otra parte del soporte de articulación entre la línea de la bisagra y el árbol central.

25 En una realización preferida, la pista de la rueda es sustancialmente rectangular y preferiblemente sustancialmente cuadrada. De manera deseable, la pista de la rueda está suspendida del bastidor dentro de la abertura del conjunto de combustible en la guía superior cuando el bastidor descansa en el borde superior de la abertura de la unidad de combustible y, en una realización, la pista de la rueda se encuentra justo debajo de la superficie superior de la guía superior.

30 En otra realización, el dispositivo de inspección de la presente invención incluye un acoplamiento en un extremo superior del árbol central para el acoplamiento con un medio de accionamiento para girar el árbol central. Preferiblemente, los medios de accionamiento incluyen una varilla que se conecta al acoplamiento para colocar el dispositivo de inspección en el borde superior de la abertura del conjunto de combustible y hacer girar el árbol central.

### **Breve descripción de los dibujos**

35 Una comprensión completa de la invención puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lea conjuntamente con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es una vista en sección, con partes cortadas, de una vasija de presión típica del reactor para un reactor de agua en ebullición;

La figura 2 es una vista en despiece ordenado del dispositivo de inspección de la presente invención;

40 La figura 3 es una vista en despiece del bastidor y la pista de la rueda del dispositivo de inspección que se muestra en la figura 2;

La figura 4 es una vista en perspectiva de una porción del árbol central y el conjunto de articulación que está conectado directamente al árbol central del dispositivo de inspección de la presente invención;

La figura 5 es una vista en perspectiva del extremo distal del conjunto de articulación que está unido de forma articulada a la porción del conjunto de articulación mostrado en la figura 4;

45 La figura 6 es una vista en perspectiva del lado inferior del dispositivo de la presente invención en su lugar dentro de la abertura del conjunto de combustible de una guía superior, con el soporte del sensor de inspección en una primera orientación; y

La figura 7 es una vista en perspectiva del dispositivo de inspección de la presente invención que se muestra en la figura 6, en una segunda orientación.

50

### **Descripción de la realización preferida**

55 El dispositivo de inspección de guía superior de la presente invención se muestra en la vista en despiece ilustrada en la figura 2 y se suministra desde una plataforma de trabajo reactor por medio de una varilla 52 de manipulación pequeño que tiene una concavidad 54 que encaja en un acoplamiento 56 de ranura en J en un extremo distal de un manguito 58 que es la parte superior del árbol 60 central del dispositivo 62 de inspección de la presente invención. La varilla 52 de manipulación pequeño coloca el dispositivo 62 en la celda de la guía superior, es decir, la abertura del conjunto de combustible. Luego, el dispositivo permite la manipulación mecánica manual y la rotación de una cámara u otro sensor de inspección a través de las pequeñas varillas de manipulación para inspeccionar

visualmente la superficie inferior de la guía superior para cumplir con los requisitos de inspección visual. La inspección se puede realizar en sentido horario o antihorario, según se desee.

El dispositivo 62 de inspección incluye un miembro transversal del bastidor 64 y la pista 66 de la rueda que se muestra en más detalle en la vista en despiece ordenado mostrada en la figura 3. El bastidor tiene un cubo 68 central con cuatro aletas o puntales 70 que están separados 90° alrededor del cubo 68 y se extienden radialmente. Los puntales 70 tienen rebordes 72 de soporte que están diseñados para apoyarse en la superficie superior de las paredes de las aberturas del conjunto de combustible en la guía superior. El cubo 68 central tiene un cojinete de manguito 74 inferior y un cojinete de manguito 76 superior modificado que se adapta a la rotación del árbol 60 central que pasa a través del mismo. Un anillo 78 de tope rígido está conectado al árbol 60 central e incluye una masa 80 elevado que coopera con una muesca 82 en la brida del cojinete 76 superior para limitar la rotación del árbol central a poco más de una revolución completa, es *decir*, aproximadamente 380°. La rotación de aproximadamente 380° de parada brusca a parada brusca asegura una superposición del área de inspección para una cobertura completa. Las paradas bruscas son deseables para evitar que el dispositivo, por ejemplo, el cable de la cámara se enrede en caso de que el usuario continúe realizando todas las inspecciones restantes en la misma dirección y no reinicie el dispositivo después de una rotación completa, a una posición "inicial". Dos ganchos 84 de sujeción del cable están ubicados en el cubo 68 del bastidor para asegurar adecuadamente un cable de vídeo (u otro sensor) y evitar que el cable tenga una holgura excesiva o insuficiente. Un indicador 86 visual de posición inicial está ubicado en la parte superior del bastidor para proporcionar información sobre la ubicación relativa de la cámara durante la operación. Una pista 66 de la rueda está soldada al bastidor y se asienta dentro de la abertura del conjunto de combustible justo debajo de la superficie superior de la guía superior cuando el bastidor está en posición. Preferiblemente, la pista 66 de la rueda es un rectángulo y, más deseablemente, un cuadrado, para seguir la superficie interior de la abertura del conjunto de combustible para guiar una cámara 88 en una abrazadera 90 de soporte de cámara, alrededor de la parte inferior de las paredes de la abertura del conjunto de combustible en la guía superior.

El árbol 60 central comprende un manguito 58 de ranura en J superior, un miembro 92 superior de árbol central, un manguito 94 de montaje de unión y un miembro 97 de árbol inferior cada uno de los cuales están fijamente acoplados entre sí extremo a extremo, tal como por soldadura, con los pasadores 98 sirviendo para asegurar que no haya rotación de deslizamiento. El peso de la abrazadera 90 de soporte de la cámara es soportado por un conjunto 100 de collar del árbol que está asegurado al miembro 96 del árbol central inferior. La altura del 100 de collar del árbol en el miembro 96 del árbol central inferior es ajustable, de modo que la abrazadera 90 de soporte de la cámara se puede subir o bajar para ajustar las diferentes configuraciones de la guía superior. Las marcas 102 en el árbol 96 central inferior se proporcionan para identificar los ajustes de altura para diseños específicos de guías superiores. Un soporte 104 de cámara ranurado conecta la abrazadera 90 de soporte de la cámara con el miembro 96 del árbol central inferior y permite el movimiento lateral de la abrazadera de soporte de la cámara cuando un seguidor 124 de leva conectado a la abrazadera 90 de soporte de la cámara a través de un bloque 110 de articulación distal sigue la pista 66 de la rueda como se explicará más adelante.

Un conjunto 106 de articulación comprende generalmente el manguito 94, el primer bloque 108 de articulación y el segundo bloque 110 de vinculación, distal. El primer bloque 108 de articulación se muestra más completamente en la figura 4 y está soldado al manguito 94 del conjunto de articulación para formar un miembro integral. El segundo bloque 110 de articulación o distal se muestra mejor en la figura 5. El primer bloque 108 de articulación está conectado al segundo bloque 110 de articulación a través de un acoplamiento 112 articulado que está acoplado de manera pivotante por el pasador 114 de articulación. El acoplamiento 112 articulado incluye un muelle 116 de torsión que devuelve la orientación de la bisagra a una posición neutral, es *decir*, un desplazamiento de 0° entre el primer bloque 108 de articulación y el segundo bloque 110 de articulación. El lado inferior del segundo bloque de varillaje tiene un orificio 118 para un extremo de una barra 120 de ajuste deslizante que permite el movimiento de rotación. El otro extremo de la barra 120 de ajuste deslizante está conectado de manera fija a la parte superior de la abrazadera 90 de la cámara para mantener la orientación fija de la abrazadera de la cámara. Un orificio 122 en el extremo superior del segundo bloque 110 de articulación asienta el árbol del seguidor 124 de leva. La leva 124 se desliza en la superficie interior de la pista 66 de la rueda.

A medida que el árbol 60 central se gira manualmente con la varilla 52 manejo pequeño, la configuración del dispositivo 62 asegura que la posición de la cámara está siempre en la misma posición que el rodillo 124 de leva. Debe apreciarse que, si bien se afirma que el dispositivo es compatible con una cámara 88, este dispositivo también puede admitir otros sensores no destructivos para examinar el estado de la guía superior. Como se mencionó anteriormente, un anillo 78 de parada brusca se coloca en el árbol 60 central para limitar el dispositivo a una revolución completa, lo que evita que el cable de la cámara se atasque en el dispositivo, así como también brinda retroalimentación mecánica para comenzar y finalizar la inspección.

El dispositivo posiciona la cámara de tal manera que las inspecciones realizadas a través del dispositivo de la presente invención están dentro requisitos BWRVIP para un examen VT-1. Esto incluye la relación del ángulo de visión de la cámara con la superficie de inspección (a menos de 30° del ángulo perpendicular entre la superficie y el campo de visión de la cámara), así como la distancia de inspección (15,24 cm desde la superficie de inspección). Para realizar una inspección, la celda guía superior (es *decir*, la abertura del conjunto de combustible) designada para la inspección debe ser completamente evacuada de todos los conjuntos de combustible, hojas de la barra de

control, guías de hojas dobles y/o guías de hojas simples. Los conjuntos de combustible, las guías de doble hoja y/o las guías de hoja simple ubicadas en celdas inmediatamente adyacentes no requieren evacuación para realizar inspecciones, ya que no habrá contacto ni interferencia con ninguno de estos objetos. El dispositivo anterior de la presente invención tampoco interferirá ni hará contacto con ningún instrumento, como los monitores de rango de potencia locales.

5

Para dar cabida a cinco diferentes reglajes necesarios respectivamente para todos los mejores diseños de guía 2-6/BWR, tres barras 120 de longitud diferentes pueden ser utilizadas. Cada barra está diseñada para mantener un contacto significativo en el orificio 118 de ajuste deslizante en el bloque 110 distal de la articulación, al tiempo que permite el ajuste vertical dependiendo de la posición del collar 100 del árbol. El miembro 96 del árbol central inferior que sostiene el collar 100 del árbol tiene pequeñas ranuras 102 para indicar dónde colocar correctamente el collar del árbol según la guía superior que se esté inspeccionando. Una vez que el dispositivo está configurado para una configuración particular, todas las inspecciones previstas se pueden realizar sin ninguna alteración, modificación o manipulación adicional de la configuración establecida. Los principales materiales de construcción empleados para los diversos componentes en esta realización están formados por acero inoxidable serie 300 y aluminio 6061 para resistencia a la corrosión. Por lo tanto, el dispositivo de la presente invención proporciona una inspección fácil con un ángulo de cámara conocido y la distancia de la pieza de inspección, así como proporciona rigidez para mantener el impacto inducido por el flujo en la inspección a un mínimo, si no se elimina por completo.

10

15

La figura 6 proporciona una vista en perspectiva del dispositivo de la presente invención instalado en la guía superior con la leva 124 en una ubicación media a lo largo de un riel recto de la pista 66 de la rueda cuando el soporte 90 de la cámara examina la parte inferior de la guía 24 superior. La figura 7 es una vista en perspectiva del dispositivo mostrado en la figura 6 con la rueda 124 excéntrica en una ubicación de esquina de la pista 66 de la rueda. Las figuras 6 y 7 dan una mejor apreciación del funcionamiento del conjunto 106 de articulación cuando el acoplamiento 112 de bisagra se dobla para acomodar las porciones rectas de la pista 66 de la rueda.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo (62) de inspección para una guía (24) superior de un reactor de agua en ebullición que comprende:
  - un bastidor (64) dimensionado para descansar y apoyarse en un borde superior de una abertura del conjunto de combustible dentro de la guía superior;
  - 5 un árbol (60) central soportado de manera giratoria del bastidor (64) se extiende hacia abajo por debajo de la abertura del conjunto de combustible, sustancialmente a lo largo de un eje de un conjunto de combustible que se coloca debajo de la abertura, cuando el bastidor se apoya en el borde superior de la apertura del conjunto de combustible;
  - caracterizado por:**
  - 10 un conjunto (106) de articulación conectado de manera fija al árbol (60) central se extiende lateralmente desde el mismo con un bloque (110) articulado distal abisagrado que tiene una línea de articulación sustancialmente paralela y separada del árbol central;
  - una pista (66) de la rueda soportada desde dicho bastidor (64) de manera que se extienda alrededor de una periferia de la abertura del conjunto de combustible, sustancialmente próxima a un borde del mismo cuando
  - 15 el bastidor está soportado en el borde superior de la abertura del conjunto de combustible;
  - un seguidor (124) de leva que se desplaza sobre la pista (66) de la rueda y se apoya desde el bloque (110) articulado distal; y
  - una abrazadera (90) de soporte de la cámara conectada al árbol (60) central y conectada de manera giratoria al bloque (110) articulado distal del conjunto (106) de articulación.
- 20 2. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, que incluye un anillo (78) de parada brusca para evitar que el árbol (60) central gire más de aproximadamente 380 grados.
3. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, en el que el bloque (110) de articulación distal abisagrado está cargado por un muelle en una orientación preseleccionada.
4. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 3, en el que la orientación preseleccionada está en un ángulo
- 25 de cero grados con otra porción (108) del conjunto (106) de articulación entre la línea de articulación y el árbol (60) central.
5. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, que incluye una cámara (88) de vídeo que se asienta en la abrazadera (90) de soporte de la cámara.
6. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, en el que la pista (66) de la rueda es sustancialmente
- 30 rectangular.
7. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 6, en el que la pista (66) de la rueda es sustancialmente cuadrada.
8. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, en el que la pista (66) de la rueda está suspendida por el
- 35 bastidor (64) dentro de la abertura del conjunto de combustible dentro de la guía (24) superior cuando el bastidor descansa sobre el borde superior de la abertura del conjunto de combustible.
9. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 8, en el que la pista (66) de la rueda se asienta justo debajo de la superficie superior de la guía (24) superior cuando el bastidor (64) descansa sobre el borde superior de la
- 40 abertura del conjunto de combustible.
10. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 1, que incluye un acoplamiento (54, 56) en un extremo superior del árbol (60) central para acoplarse con unos medios (52) de accionamiento para girar el árbol central.
11. El dispositivo (62) de inspección de la reivindicación 10, que incluye una varilla (52) para conectar al acoplamiento (54, 56) para colocar el dispositivo de inspección en el borde superior de la abertura del conjunto de combustible y hacer girar el árbol (60) central.

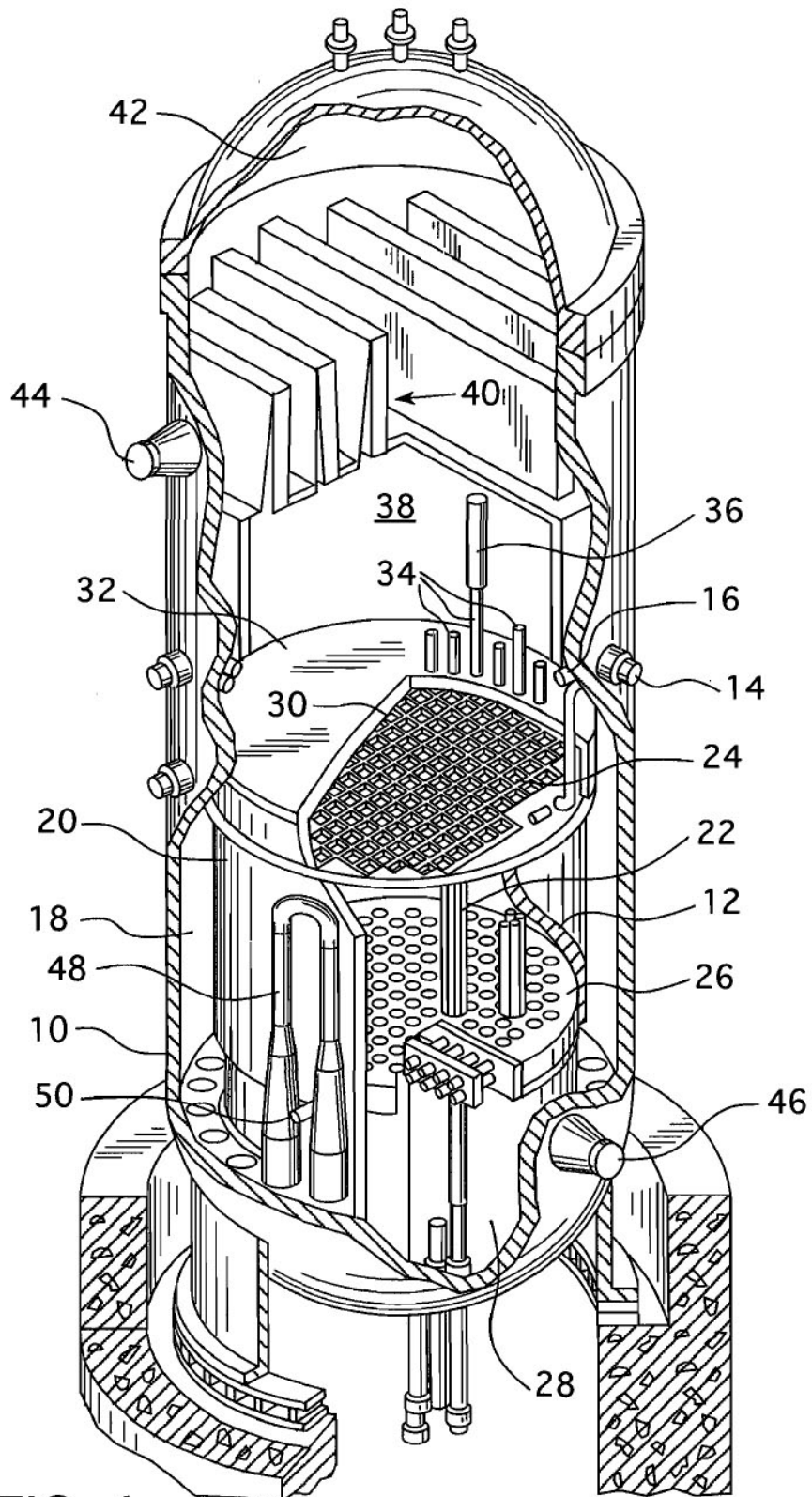


FIG. 1 Técnica anterior

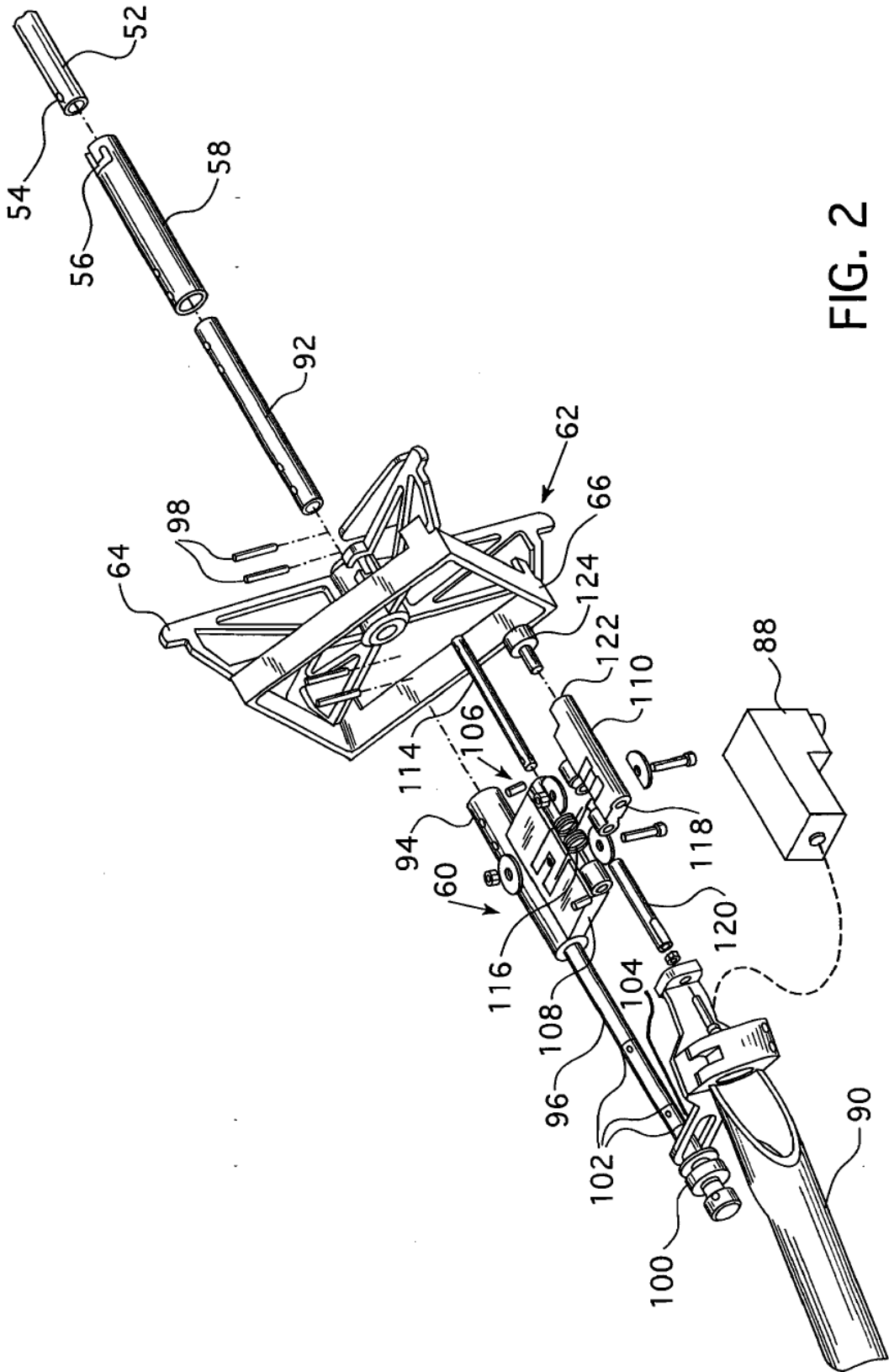


FIG. 2



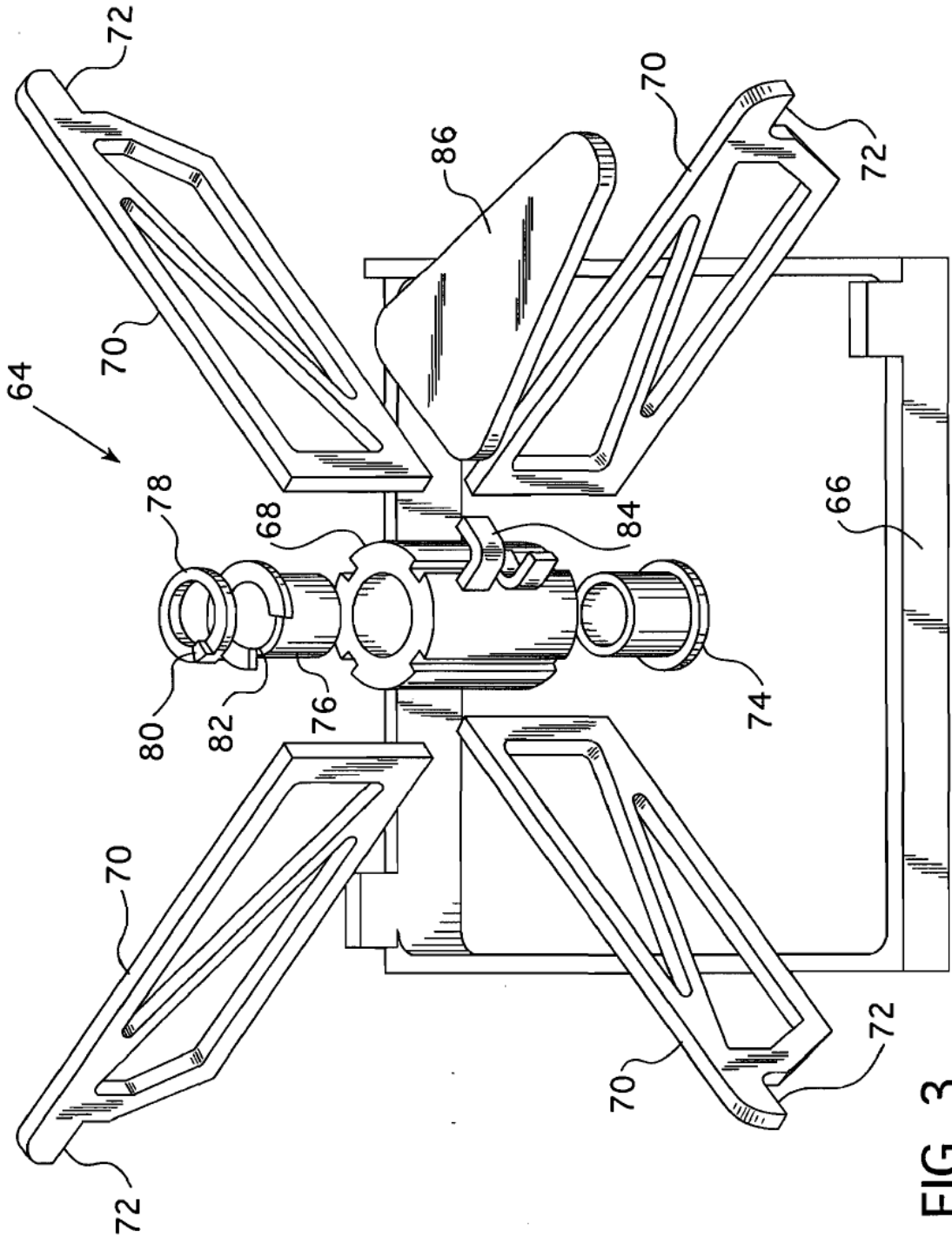


FIG. 3

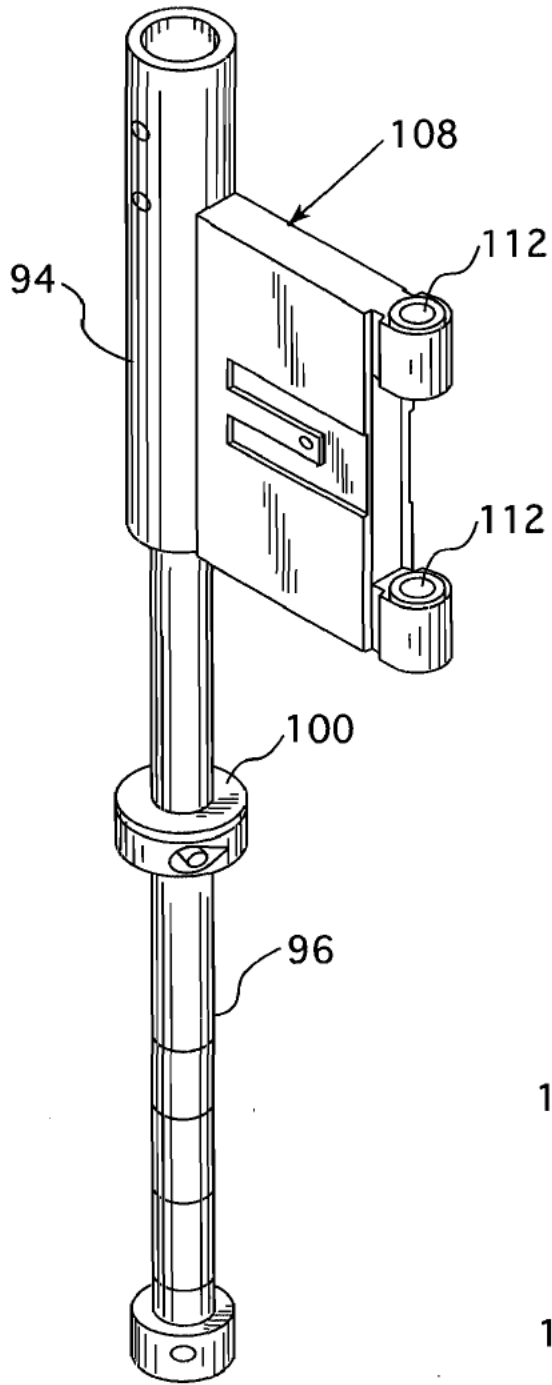


FIG. 4

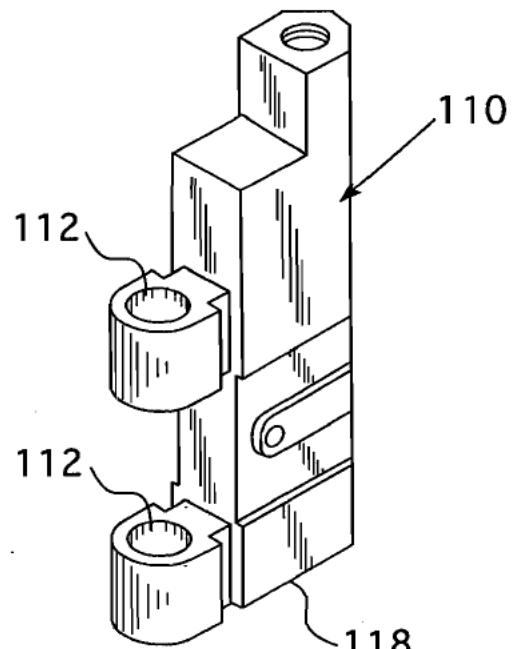


FIG. 5

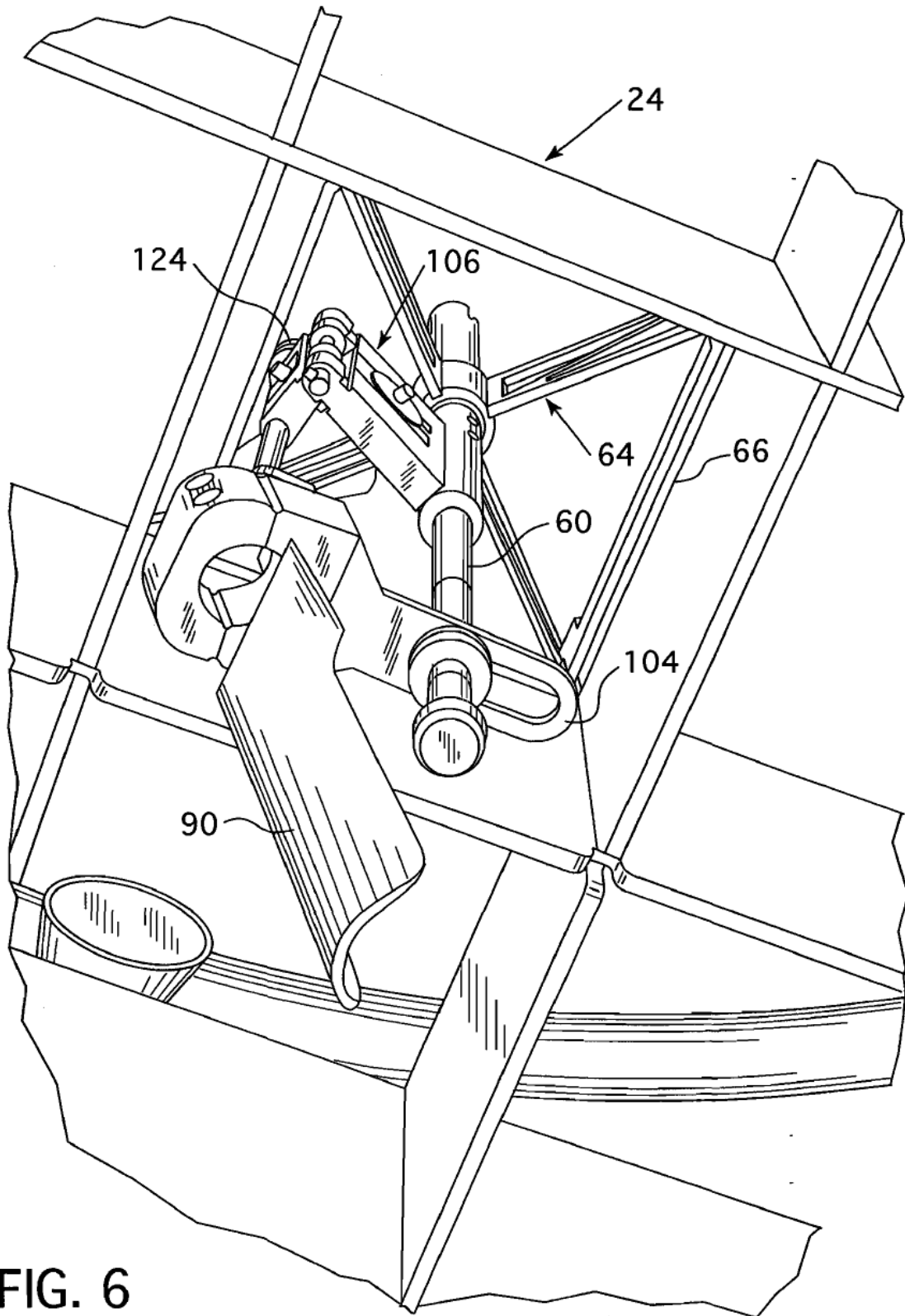


FIG. 6

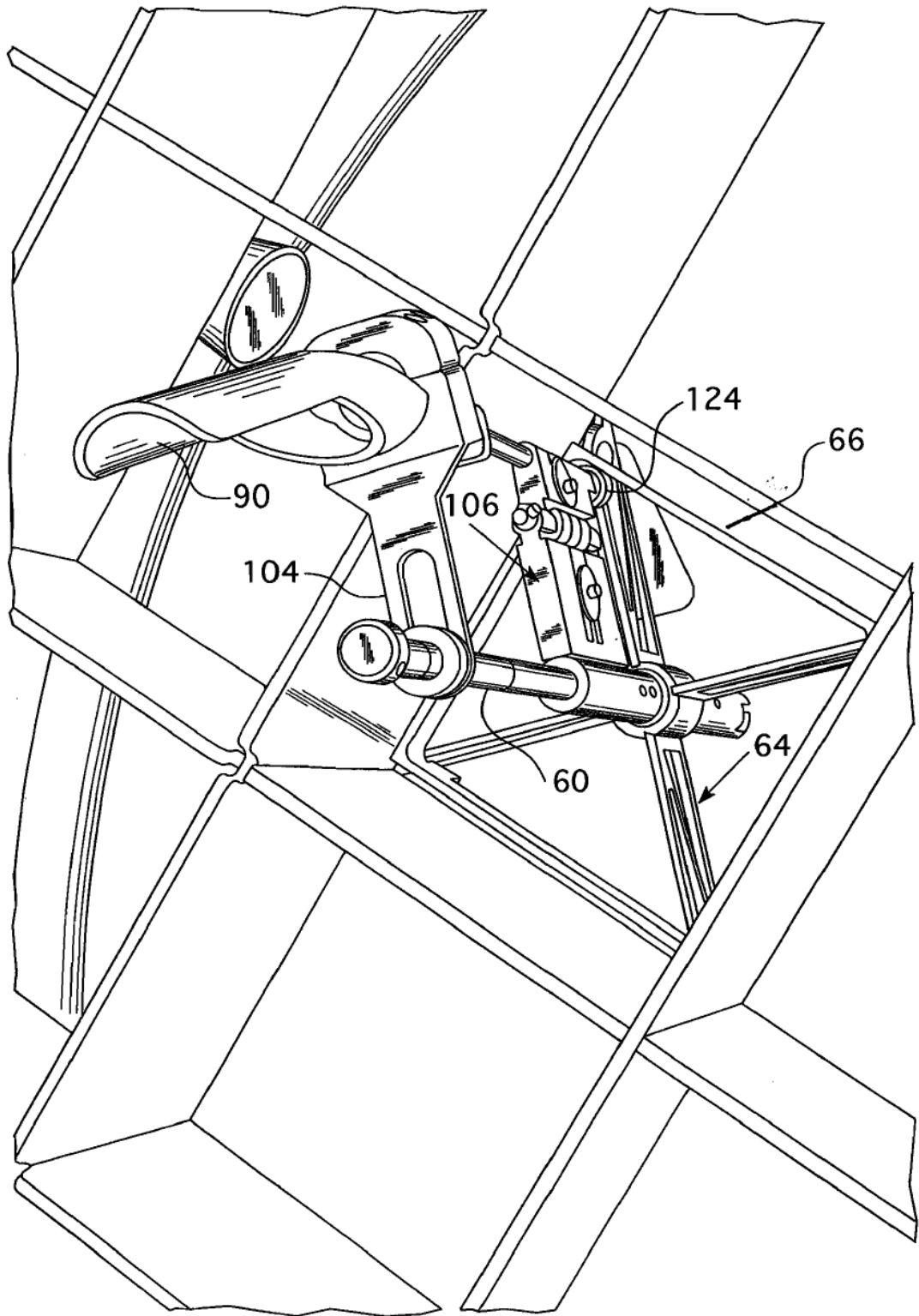


FIG. 7