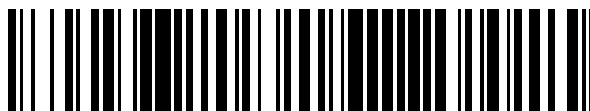


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 567 287**

51 Int. Cl.:

B23F 17/00 (2006.01)

B23D 53/00 (2006.01)

G21C 19/32 (2006.01)

G21F 9/30 (2006.01)

B23D 53/04 (2006.01)

B23D 55/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2012 E 12851406 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.03.2016 EP 2782697**

54 Título: **Aparato para segmentar verticalmente una hoja de barra de control de un reactor de agua en ebullición**

30 Prioridad:

21.11.2011 US 201161561974 P

13.09.2012 US 201213612982

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

21.04.2016

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)**

**1000 Westinghouse Drive
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US**

72 Inventor/es:

JANSSON, HAKAN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 567 287 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

Aparato para segmentar verticalmente una hoja de barra de control de un reactor de agua en ebullición

Antecedentes

1. Campo

- 5 La presente invención versa, en general, acerca del almacenamiento, transporte y desecho de componentes altamente radiactivos y, más en particular, acerca de un aparato para segmentar verticalmente una hoja de barra de control de un reactor de agua en ebullición para facilitar su almacenamiento y/o transporte.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Un tipo de reactor nuclear de agua en ebullición utilizado habitualmente emplea un conjunto de combustible nuclear que está compuesto de varillas de combustible rodeadas por un canal de combustible. Cada canal de combustible de un reactor de agua en ebullición normalmente consiste en un canal hueco lineal alargado de cuatro lados de construcción integral, que excepto los bordes redondeados de sus esquinas, tiene un corte transversal sustancialmente cuadrado. Habitualmente, cada canal tiene una longitud de aproximadamente 4,27 metros con una sección cuadrada de 12,7 cm de lado y rodea lateralmente una pluralidad de elementos alargados de combustible.
- 15 Los elementos de combustible están dispuestos para permitir la inserción de una barra de control con forma cruciforme que, durante la operación del reactor, es amovible verticalmente para controlar la reacción nuclear. Como se sabe generalmente, las barras de control se presentan de varias formas similares, por ejemplo, una versión americana, una versión nórdica y una versión alemana, e incluyen, en general, una porción superior que tiene un asa y cuatro rodillos de bolas superiores para guiar la porción superior de la barra de control según se mueve verticalmente y una porción inferior que comprende una pieza inferior fundida que, en al menos una de las versiones, funciona como un limitador de velocidad y rodillos de bolas inferiores que sirven de guía inferior para el movimiento vertical. La estructura del cuerpo principal, entre las porciones superior e inferior, incluye cuatro hojas o paneles que se extienden radialmente desde una nervadura central. Preferentemente, las hojas se extienden longitudinalmente hasta al menos una altura que es sustancialmente igual a la altura de los elementos de combustible, que es de aproximadamente 3,66 metros. La anchura de las barras de control en la sección de la hoja es aproximadamente el doble de la anchura de los paneles, que es del orden de 25,4 cm y las hojas tienen un grosor de aproximadamente 0,18 mm.

- Después de un servicio funcional, es difícil almacenar y desechar las hojas de barras de control de reactores de agua en ebullición debido a su tamaño, configuración, condición fragilizada y actividad radiológica. Hasta este momento, en los Estados Unidos de América, el almacenamiento en piscina de las hojas de barras de control ha sido sumamente ineficaz en el uso del espacio y el almacenamiento en cofre seco no está fácilmente disponible. El diseño de la barra de control puede variar según el fabricante, pero el diseño de cuatro paneles, extendiéndose los paneles radialmente desde una nervadura central a intervalos de 90° en torno a la circunferencia de la barra de control es común para todos los diseños de reactor de agua en ebullición y, por lo tanto, un problema común de almacenamiento.

- Las hojas de barras de control u otro soporte físico irradiado son normalmente residuos radiactivos de bajo nivel de clase C según se define y determina de acuerdo con 10 CFR § 61 y las directrices normativas relacionadas, por ejemplo, Branch Technical Position on Concentration Averaging and Encapsulation, de la NRC. Desde el 1 de julio de 2008, los generadores de residuos radiactivos de bajo nivel en los Estados Unidos de América que están ubicados fuera del Convenio Atlántico (Connecticut, Nueva Jersey y Carolina del Sur) no han tenido acceso a una capacidad de desecho de residuos radiactivos de bajo nivel de clase B o de clase C. La falta de capacidad de desecho ha provocado que los operadores de reactores de agua en ebullición una considerable sobreaglomeración de las piscinas de combustible gastado. Aunque en la actualidad sea muy incierta y esté sujeta a numerosos retos normativos y comerciales, se prevé en el futuro relativamente cercano la falta de capacidad de desecho de residuos radiactivos de bajo nivel para el resto de los generadores de residuos radiactivos de bajo nivel de los Estados Unidos de América.

- Una técnica para reducir el volumen de barras de control de reactores de agua en ebullición para un almacenamiento en piscina de combustible gastado ha sido cortar las porciones superior e inferior de las barras de control de las hojas de las barras de control. En la estructura principal restante de la hoja, se han eliminado las secciones individuales de hoja de la nervadura central mediante cortes longitudinales y a continuación se apilan las partes cortadas para un almacenamiento o un enterramiento según se describe en la patente U.S. nº 4.507.840. Este tipo de procedimiento requiere tres cortes con una longitud de aproximadamente 4 metros con un tiempo de manipulación entre ellos que hace de este un procedimiento arduo. El embalaje de las hojas segmentadas también es ineficaz, lo que da lugar a mayores costes para el cliente. En la patente U.S. 5.055.236 se adopta un enfoque alterno, que sugiere que se realice un corte vertical a lo largo de la línea central de la nervadura para dividir las hojas de barras de control en dos cuñas. Entonces, se apilan estrechamente las cuñas para su almacenamiento. Cada uno de los enfoques produce segmentos de 3,6 metros o más que son costosos de blindar y de transportar. La patente U.S. 4.507.840 reconoce que dado que las hojas rodean varillas absorbentes de neutrones, que contienen gas

radiactivo, se deben realizar los cortes verticales bastante cerca de la nervadura central para evitar liberar los gases radiactivos. Por lo tanto, aunque haría más manejable la manipulación de las hojas, es problemática la segmentación horizontal de las hojas, que cortarían a través de las varillas selladas que contienen el material absorbente de neutrones y los gases radiactivos.

- 5 El documento JP-2009 122075 A de la técnica anterior más cercana da a conocer:

una herramienta para realizar un corte a través de un tramo alargado de una nervadura central de una barra de control de un reactor de agua en ebullición que tiene cuatro paneles alargados que se extienden radialmente en ubicaciones separadas en torno a una circunferencia de la nervadura central, teniendo cada uno de los paneles dos lados orientados de forma opuesta y teniendo la nervadura central un eje central que se extiende a lo largo del tramo alargado, comprendiendo la herramienta:

una placa de asiento de la herramienta;

un primer par de poleas separadas, soportados de forma giratoria desde un lado de la placa de asiento de la herramienta, comprendiendo una del primer par de poleas separadas una rueda motriz que está conectada operativamente con un motor para hacer girar la rueda motriz cuando el motor se encuentra en un estado activado y una segunda del primer par de poleas separadas orientada a lo largo de un primer eje que se extiende entre la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas;

una primera hoja de sierra de banda que se extiende en torno a la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas, extendiéndose un primer lado de la primera hoja de sierra de banda entre la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas y en torno a la segunda del primer par de poleas separadas y extendiéndose un segundo lado de la primera hoja de sierra de banda entre la segunda del primer par de poleas separadas y la rueda motriz y en torno a la rueda motriz, extendiéndose el primer lado de la primera hoja de sierra de banda sobre una primera abertura en la placa de asiento de la herramienta que está dimensionada para que la barra de control del reactor de agua en ebullición la atraviese axialmente en una dirección del eje central.

- 25 Por lo tanto, para un transporte y un almacenamiento seguros y rentables de una barra gastada de control de un reactor de agua en ebullición se desea un nuevo aparato para segmentar verticalmente las hojas de barras de control de una forma eficaz para hacer que las hojas sean más susceptibles de una segmentación lateral adicional para reducir el volumen de almacenamiento del componente hasta un tamaño manejable que pueda ser embalado en un cofre seco.

- 30 Además, se desea un aparato tal que minimice la liberación de restos radiactivos al segmentar una barra de control de un reactor de agua en ebullición.

Sumario

Se consiguen estos y otros objetos por medio del aparato reivindicado posteriormente en el presente documento en la reivindicación 1 para reducir el volumen de almacenamiento de una barra de control de un reactor de agua en ebullición, cortando verticalmente la nervadura de la barra de control a lo largo de un eje central que se extiende a lo largo de una dimensión alargada de la nervadura, en cuatro secciones sustancialmente idénticas sin cortar a través de los paneles de la hoja. El aparato es una sierra de banda de doble hoja que tiene una placa de asiento de herramienta que incluye un primer par de poleas separadas soportadas de forma giratoria desde un lado de la placa de asiento de la herramienta. Una del primer par de poleas separadas incluye una rueda motriz que está conectada operativamente con un motor para hacer girar la rueda motriz cuando el motor se encuentra en un estado activado. Una segunda del primer par de poleas separadas está orientada a lo largo de un primer eje que se extiende entre la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas. Una primera hoja de sierra de banda se extiende en torno a la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas. Un primer lado de la primera hoja de sierra de banda se extiende entre la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas y en torno a la segunda del primer par de poleas separadas. Un segundo lado de la primera hoja de sierra de banda se extiende entre el segundo del primer par de poleas separadas y la rueda motriz y en torno a la rueda motriz. Además, el primer lado de la primera hoja de sierra de banda se extiende sobre una primera abertura en la placa de asiento de la herramienta que está dimensionado para que la barra de control del reactor de agua en ebullición pase axialmente a través de la misma en una dirección del eje central. Un segundo par de poleas separadas está soportado verticalmente desde un lado de la placa de asiento de la herramienta, comprendiendo una del segundo par de poleas separadas una rueda conducida que está conectado operativamente con la rueda motriz para hacer girar la rueda conducida cuando el motor se encuentra en un estado activado. Una segunda del segundo par de poleas separadas está orientado a lo largo de un segundo eje que se extiende entre la rueda conducida y la segunda del segundo par de poleas separadas, estando orientado el segundo eje con un ángulo fijo mayor o menor que cero con respecto al primer eje. Una segunda hoja de sierra de banda se extiende en torno a la rueda conducida y la segunda del segundo par de poleas separadas con un primer lado de la segunda hoja de sierra de banda que se extiende entre la rueda conducida y la segunda del segundo par de poleas separadas y en torno a la segunda del segundo par de poleas separadas. Un segundo lado de la segunda hoja de sierra de banda se extiende entre la segunda del segundo par de poleas separadas y en torno a la rueda conducida, extendiéndose el primer lado de la segunda hoja

de sierra de banda sobre la primera abertura en la placa de asiento de la herramienta que está dimensionada para que pase la barra de control del reactor de agua en ebullición a través de la misma.

En una realización, la rueda conducida está conectada con la rueda motriz con un acoplamiento por cadena y piñón. Preferentemente, la rueda motriz y la rueda conducida mueven, respectivamente, las hojas primera y segunda de sierra de banda a aproximadamente la misma velocidad. De forma deseable, el primer lado de la primera hoja de sierra de banda y el primer lado de la segunda hoja de sierra de banda se cruzan entre sí sobre el eje central de la nervadura cuando la barra de control del reactor de agua en ebullición está colocada en la primera abertura en la placa de asiento de la herramienta.

En una realización preferente, la primera abertura en la placa de asiento de la herramienta incluye soportes de guía para hacer contacto y guiar cada lado de los paneles de la barra de control a través de la primera abertura en la placa de asiento de la herramienta cuando los paneles de la barra de control del reactor de agua en ebullición se extienden a través de la abertura. Preferentemente, los soportes de guía se extienden a ambos lados de la primera abertura en la placa de asiento de la herramienta y en una realización los soportes de guía son ruedas colocadas a ambos lados de cada panel y están soportados a distintas elevaciones con respecto al eje central. De forma deseable, las distintas elevaciones están separadas aproximadamente 50 milímetros.

La placa de asiento de la herramienta también puede incluir una superficie de contacto de fijación que puede conectarse con un poste o raíl de guía que se extiende en una dirección paralela al eje central cuando los paneles de la barra de control del reactor de agua en ebullición se extienden a través de la primera abertura. Se proporcionan medios para mover la placa de asiento de la herramienta a lo largo del poste o raíl de guía en una dirección paralela al eje central. Preferentemente, los medios para mover la placa de asiento de la herramienta son una grúa puente y el poste o raíl de guía está soportado bien desde abajo de la piscina de combustible gastado o bien desde el suelo del edificio del reactor, extendiéndose dentro de la piscina al menos seis metros.

En otra realización preferente, las hojas primera y segunda de sierra de banda operan para cortar de forma sustancialmente simultánea la barra de control del reactor de agua en ebullición verticalmente a lo largo de la nervadura que divide la nervadura de la barra de control del reactor de agua en ebullición en cuatro secciones sustancialmente idénticas. De forma deseable, cuando se encuentra en una posición superior por encima de la barra de control del reactor de agua en ebullición, se puede girar la herramienta 180° para facilitar el mantenimiento.

En una realización adicional, el motor puede ser un motor hidráulico y la placa de asiento de la herramienta está dotada, preferentemente, de una cámara, o más preferentemente una pluralidad de cámaras para observar y gestionar el procedimiento de corte. De forma deseable, el ángulo fijo es de aproximadamente 90°.

Breve descripción de los dibujos

Se puede obtener una mayor comprensión de la invención reivindicada posteriormente a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes cuando sea leída junto con los dibujos adjuntos en los que:

La Figura 1 ilustra una hoja de barra de control de un reactor de agua en ebullición del tipo al que es aplicable la presente invención;

la Figura 2 es una vista isométrica de la porción superior de la placa de asiento que soporta la sierra de banda de doble hoja de una realización preferente de la invención;

la Figura 3 es una vista isométrica del lado inferior de la placa de asiento ilustrada en la Figura 3, con un carro de fijación y un raíl de guía mostrados en líneas discontinuas;

la Figura 4 es una vista en planta de la realización mostrada en la Figura 2;

la Figura 5 es una vista isométrica ampliada del tensor de la polea mostrada en la Figura 3;

la Figura 6 es una vista isométrica ampliada de las guías inferiores de la barra de control mostradas en la Figura 3;

la Figura 7 es una vista isométrica del lado inferior de la realización mostrada en la Figura 3 siendo bajada sobre una barra de control;

la Figura 8 es una porción de la vista en planta de la Figura 4 que muestra la barra de control extendiéndose a través de la abertura en la placa de asiento; y

la Figura 9 es una vista en planta del corte a través de la nervadura de la barra de control.

Descripción de la realización preferente

La Figura 1 muestra una hoja 13 de barra de control de un reactor de agua en ebullición del tipo al que es aplicable la presente invención. Como tal, la hoja de barra de control comprende una porción superior 11 que tiene un asa superior 10 y cuatro rodillos de bolas superiores 12; una porción inferior 14 que tiene una pieza inferior fundida 15 y rodillos de bolas inferiores 17; y una estructura principal 16 de hoja entre los mismos. La estructura principal 16 de hoja incluye cuatro paneles u hojas 18 dispuestos con forma cruciforme en torno a una nervadura central 20. Según una realización de la invención, se elimina la porción inferior 14 cortando aproximadamente por el plano definido por las líneas m y n, y se elimina la porción superior 11 cortando en un plano transversal definido por las líneas j y k. Otra alternativa es simplemente cortar en torno a los rodillos para retirarlos o dejar el asa 10 en su lugar. Aunque es

posible poner en práctica la invención sin retirar los rodillos, es deseable hacerlo dado que normalmente contienen cobalto y desde una perspectiva radiológica, son mucho más calientes reactivamente que las otras porciones de la hoja de barra de control.

Para los fines generales de la presente descripción, los componentes principales de una hoja de barra de control son una porción superior que contiene el asa 10 de elevación y los rodillos 12 de estelita, una porción inferior 14 que contiene el limitador 19 de velocidad y rodillos 17 de estelita y la porción central que contiene el cuerpo principal 16 con forma cruciforme que incluye los paneles u hojas 18 y la nervadura central 20. Para consolidar la sección 16 de la hoja de barra de control, la porción superior 11 y la porción inferior 14 son retiradas primero de una forma coherente con la técnica existente como parte de un procedimiento de reducción del volumen de las hojas de barras de control.

El cuerpo principal 16 con forma cruciforme está compuesto de cuatro "paneles" metálicos envainados 18 de tubos metálicos que contienen carburo de boro en polvo u otro material absorbente de neutrones que están soldados entre sí y a la nervadura central 20 longitudinalmente en ángulos opuestos para crear la forma cruciforme. Debido a la naturaleza radiactiva de la barra de control, es necesario que se lleve a cabo el procedimiento de reducción del volumen bajo agua, siendo lo más preferible en la piscina de combustible gastado. Para separar la barra de control en segmentos transportables de forma práctica o segmentos que pueden ser almacenados de forma más eficaz en una piscina de combustible gastado, será necesario segmentar longitudinalmente la porción 16 de cuerpo principal, de forma que se puedan apilar los paneles 18 o, además, segmentarlos lateralmente, de forma que quepan en cofres para su transporte. Sin embargo, bajo agua, la segmentación lateral de los paneles 18 romperá tanto la vaina como los tubos contenidos en el interior de la vaina de los paneles 18, exponiendo, de ese modo, la piscina de combustible gastado a restos no deseados en forma de material de vaina, tubos y carburo de boro. La fragilización de las hojas de barras de control causado por la exposición extendida a neutrones que se habrá experimentado en el reactor agrava la dificultad del procedimiento de segmentación.

Un procedimiento de la técnica anterior empleado para reducir el volumen de las hojas de barras de control para su almacenamiento incluye la segmentación longitudinal mecánica del cuerpo principal 16 con forma cruciforme de las hojas de barras de control a través de la nervadura central 20, lo que tiene como resultado dos secciones con forma de cuña según se describe en la patente U.S. 5.055.236. La segmentación de esta forma mejora sustancialmente la eficacia de almacenamiento en la piscina, pero no confiere a las cuñas una forma práctica para su transporte hasta un sitio remoto para su almacenamiento o para una segmentación lateral. Un aspecto del dispositivo descrito en la presente memoria es segmentar longitudinalmente, además, cada cuña a lo largo de la porción restante de la nervadura 20, lo que tiene como resultado, de ese modo, cuatro paneles individuales separados 18. Esta segmentación subsiguiente mejorará la eficacia del almacenamiento en la piscina, y facilitará sustancialmente el procedimiento de segmentación del panel lateral que facilitará su introducción en contenedores y la caracterización radiológica óptima con fines de transporte y desecho.

La realización descrita en la presente memoria proporciona una sierra de banda de doble hoja para dividir de forma eficaz la porción 16 del cuerpo principal en cuatro paneles separados 18 que no requieren un procesamiento adicional después de que se realice un corte longitudinal largo a través de la nervadura 20 en una única pasada. Además, solo se requiere un corte de una longitud de cuatro metros. El aparato descrito posteriormente para segmentar las hojas cruciformes en cuatro paneles planos 18 de cuatro metros de longitud facilitará una gran reducción de espacio para una manipulación de fin de ciclo y almacenamiento adicionales. Se reducirán significativamente el tiempo de corte y de manipulación con este dispositivo. Se realiza un corte preciso a través de la nervadura 20 de la barra de control con las dos hojas de sierra de banda, de forma que el contenido de boro (u otro material absorbente de neutrones) de las hojas de barras de control permanezca intacto sin fugas to el agua de la piscina de combustible gastado.

Según la presente realización, la barra de control que ha de cortarse está colocada (con la máquina de recarga de combustible *in situ*) en una posición sumergida de corte (en la piscina de combustible gastado o en la piscina interna del reactor). Preferentemente, se retira primero la parte inferior de la barra de control, el limitador 19 de velocidad con los rodillos 17 de estelita y los rodillos 12 de estelita en la parte superior de la barra de control. Entonces, la estructura principal 16 de hoja y lo que queda de la porción superior 11 están soportados, preferentemente, desde el fondo de la piscina. Entonces, se realizan dos cortes, con una separación de 90°, de forma sustancialmente simultánea bajando por el centro de la nervadura para separar la hoja de barra de control en cuatro paneles 18.

Según se muestra en las Figuras 2 y 3, que ilustran una realización preferente de la presente invención, se proporciona una nueva sierra 21 de banda que puede ser utilizada para obtener el corte simultáneo de la nervadura 20, descrito anteriormente. La sierra de banda 21 comprende una placa 22 de asiento que está fijada a un raíl 23 de la grúa (mostrado en líneas discontinuas en la Figura 3). La fijación de la placa de asiento de la herramienta al raíl 23 puede adoptar una cualquiera de varias formas, pero según se muestra en la Figura 3 incluye una placa 37 de fijación orientada verticalmente que está fijada con un ángulo recto con respecto a la placa 22 de asiento de la herramienta y reforzada por medio de chapas triangulares 38 de unión. La placa 37 de fijación está conectada, por ejemplo, atornillada, a un carro 42 de desplazamiento que se desplaza sobre el raíl 23 de guía. El raíl 23 de guía, en la posición de corte se extiende bien desde el suelo de contención hasta aproximadamente seis metros bajando al

interior de la piscina de combustible gastado o desde el fondo de la piscina de combustible gastado hasta una altura de al menos cuatro metros. La grúa, que puede ser una grúa puente, introduce la sierra 21 de banda hacia abajo a lo largo del raíl 23 de la grúa durante la operación de corte. En la posición más superior, se puede girar la sierra de banda 180° para facilitar un trabajo de mantenimiento.

5 La sierra 21 de banda tiene dos hojas 33 y 34, con los dientes en cada hoja orientados en la dirección descendente, y tiene dos ruedas o poleas asociadas con cada hoja de sierra de banda; una rueda motriz 24 y una primera rueda 25 de guía regulable asociada con la hoja 33 de sierra de banda y una rueda conducida 26 y una segunda rueda 27 de guía regulable asociada con la hoja 34 de sierra de banda. La hoja 33 de sierra de banda está envuelta en torno a la rueda motriz 24 y se extiende entre la rueda motriz 24 y la primera rueda 25 de guía, mientras que la hoja 34 de sierra de banda está envuelta en torno a la rueda conducida 26 y se extiende entre la rueda conducida 26 y la segunda polea 27 o rueda de guía. Cada conjunto de poleas, es decir, 24 y 25, y 26 y 27, está ubicado a un distinto nivel de altura por encima de la placa 22 de asiento (separadas aproximadamente 50 milímetros). El motor hidráulico 28 está ubicado bajo la placa 22 de asiento de la herramienta, con un eje motor que se extiende a través de la placa de asiento y está conectado mecánicamente, bien directa o indirectamente, para mover la rueda motriz 24 y, por lo tanto, la hoja 33. Una cadena 29 en la rueda dentada o piñón 35 en el eje motor del motor 28 se conecta con la rueda conducida 26 y crea una propulsión para la otra hoja 34. Preferentemente, las hojas están ubicadas separadas 90° entre sí y, según se muestra en la Figura 8, giran a la misma velocidad. Los rodillos superiores 30 de guía en la superficie superior de la placa 22 de asiento de la sierra de banda guían las hojas 18 de barras de control por el corte de precisión a través del centro de la nervadura 20 de la barra 13 de control. De forma similar, las guías inferiores 39 de la barra de control, que se muestran en la Figura 7 y con más detalle en la Figura 6, guían y soportan de forma positiva las hojas de la barra de control según son introducidas a través de la abertura cruciforme 31 en la placa 22 de asiento. Una bola 41 de rodillo tensada por resorte en cada una de las cuatro guías inferiores sujeta de forma positiva las hojas 18 de la barra de control según son introducidas a través de la abertura 31 en la placa 22 de asiento. Las hojas 33 y 34 de sierra de banda cruzan la abertura 31 en la placa 22 de asiento por la que pasa la barra 13 de control y realizan dos cortes ortogonales en la nervadura centrada entre paneles adyacentes para separar la nervadura en cuatro piezas separadas sustancialmente idénticas, conectada cada pieza a un panel 18, según se muestra en la Figura 9. Como puede apreciarse en la Figura 4, las guías 36 de la banda de sierra, a través de las que se extienden las hojas de sierra, como puede verse de forma óptima en las Figuras 2 y 8, garantizan que las hojas están centradas de forma apropiada sobre la nervadura 20 y las cámaras 32 proporcionan la opción de ver la operación de forma remota. Según se muestra en la Figura 5, los tensores 40 en el lado inferior de la placa 22 de asiento ponen una fuerza descendente radial positiva sobre los ejes sobre los que giran las poleas ajustables primera y segunda 25 y 27, para garantizar que se mantiene una tensión adecuada sobre las bandas 33 y 34 de sierra.

35 En consecuencia, después de que se fija la barra 13 de control en el fondo de la piscina se fija la sierra 21 de banda de doble hoja al raíl vertical 23 y un sistema de introducción, tal como una grúa puente, mueve la sierra de banda de doble hoja hacia abajo según gira el motor 28 las hojas 33 y 34. Las guías inferiores 39 de la barra de control (según se muestra en la Figura 7) guían la parte superior de la barra 13 de control hasta la posición correcta y la bola 41 de rodillo tensada por resorte sujeta de forma positiva las hojas 18 para alinear e introducir las hojas a través de la abertura 31. Se hace descender la sierra 21 de banda de doble hoja hasta que la hoja más baja 34 alcanza el asa superior de la barra de control, cuando no se ha cortado anteriormente el asa, como se ha mencionado anteriormente. El asa 10, o la parte superior de la nervadura 20, según sea el caso, es cortada primero por la hoja inferior 34 y en segundo lugar por la hoja superior 33. Las guías 36 de la banda de la sierra de banda de doble hoja guían el corte que ha de llevarse a cabo exactamente en el centro de la barra de control. La introducción vertical a lo largo del raíl 23 mueve la sierra 21 de banda de doble hoja hacia abajo hasta que se completa el corte central de la barra de control. Las guías superiores 30 de rodillo sujetan firmemente las hojas 18 de barra de control de forma que no se produzcan vibraciones durante el procedimiento de aserrado.

La sierra de banda de doble hoja permite tiempos significativamente menores de corte y de manipulación *in situ* y simplifica la manipulación de las hojas cortadas de la barra de control. Además, la sierra de banda de doble hoja mantiene un entorno limpio en la piscina y permite una segmentación precisa que aumenta la eficacia de embalaje en los costosos contenedores de almacenamiento. Además, esta herramienta proporciona un control completo del procedimiento que puede ser monitorizado fácilmente con cámaras sumergidas 32 para la seguridad de la central nuclear.

Aunque se han descrito con detalle realizaciones específicas de la invención, los expertos en la técnica apreciarán que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas de esos detalles teniendo en cuenta las enseñanzas generales de la divulgación. En consecuencia, se pretende que las realizaciones particulares dadas a conocer solo sean ilustrativas y no limitantes del alcance de la invención que está definido por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta para realizar dos cortes sustancialmente simultáneos a lo largo de un tramo alargado de una nervadura (20) de una barra (13) de control de un reactor de agua en ebullición que tiene cuatro paneles alargados (18) que se extienden de forma radial en ubicaciones separadas en torno a una circunferencia de la nervadura, teniendo cada uno de los paneles dos lados encarados de forma opuesta y teniendo la nervadura un eje central que se extiende a lo largo del tramo alargado, comprendiendo la herramienta:
 - una placa (22) de asiento de la herramienta;
 - un primer par de poleas separadas (24, 25) soportadas de forma giratoria desde un lado de la placa (22) de asiento de la herramienta, comprendiendo una del primer par de poleas separadas una rueda motriz (24) que está conectada operativamente con un motor (28) para hacer girar la rueda motriz cuando el motor se encuentra en un estado activado y una segunda del primer par de poleas separadas (24, 25) orientada a lo largo de un primer eje que se extiende entre la rueda motriz (24) y la segunda del primer par de poleas separadas (25);
 - una primer hoja (33) de sierra de banda que se extiende en torno a la rueda motriz (24) y la segunda del primer par de poleas separadas (25) extendiéndose un primer lado de la primera hoja de sierra de banda entre la rueda motriz y la segunda del primer par de poleas separadas y en torno a la segunda del primer par de poleas separadas y un segundo lado de la primera hoja de sierra de banda se extiende entre la segunda del primer par de poleas separadas y la rueda motriz y en torno a la rueda motriz, extendiéndose el primer lado de la primera hoja de sierra de banda sobre una primera abertura (31) en la placa (22) de asiento de la herramienta que está dimensionada para que la barra (13) de control de un reactor de agua en ebullición axialmente la atraviese en una dirección del eje central;
 - un segundo par de poleas separadas (26, 27) soportadas de forma giratoria desde un lado de la placa (22) de asiento de la herramienta, comprendiendo una del segundo par de poleas separadas una rueda conducida (26) que está conectada de forma operativa con la rueda motriz (24) para hacer girar la rueda conducida cuando el motor (28) se encuentra en un estado activado y una segunda del segundo par de poleas separadas (27) orientada a lo largo de un segundo eje que se extiende entre la rueda conducida y la segunda del segundo par de poleas separadas, estando orientado el segundo eje con un ángulo fijo mayor o menor que cero con respecto al primer eje; y
 - una segunda hoja (34) de sierra de banda que se extiende en torno a la rueda conducida (26) y la segunda del segundo par de poleas separadas (27), extendiéndose un primer lado de la segunda hoja de sierra de banda entre la rueda conducida y la segunda del segundo par de poleas separadas y en torno a la segunda del segundo par de poleas separadas y un segundo lado de la segunda hoja de sierra de banda se extiende entre la segunda del segundo par de poleas separadas y en torno a la rueda conducida, extendiéndose el primer lado de la segunda hoja de sierra de banda sobre la primera abertura (31) en la placa (22) de asiento de la herramienta que está dimensionada para que la barra de control de un reactor de agua en ebullición la atraviese.
2. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que la rueda conducida (26) está conectada con la rueda motriz (24) con un acoplamiento (35) por cadena y piñón.
3. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que la rueda motriz (24) y la rueda conducida (26) mueven, respectivamente, las hojas primera y segunda (33, 34) de sierra de banda a aproximadamente la misma velocidad.
4. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que el primer lado de la primera hoja (33) de sierra de banda y el primer lado de la segunda hoja (34) de sierra de banda se cruzan entre sí sobre el eje central cuando la barra (13) de control del reactor de agua en ebullición está colocada en la primera abertura (31) en la placa (22) de asiento de la herramienta.
5. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que la abertura (31) en la placa de asiento de la herramienta incluye soportes (30, 39) de guía para hacer contacto y guiar cada lado de los paneles (18) a través de la primera abertura (31) en la placa (22) de asiento de la herramienta cuando los paneles de la barra de control del reactor de agua en ebullición se extienden a través de la abertura.
6. La herramienta (21) de la Reivindicación 5, en la que los soportes (30) de guía a ambos lados de cada panel (18) están soportados en torno a la primera abertura (31) a distinta elevación con respecto al eje central.
7. La herramienta (21) de la Reivindicación 6, en la que los soportes (30, 39) de guía se extienden por encima y por debajo de la placa (22) de asiento de la herramienta.
8. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que la placa (22) de asiento de la herramienta incluye una segunda abertura a través de la cual puede extenderse un poste (23) de guía en una dirección paralela al eje central cuando los paneles (18) de la barra de control del reactor de agua en ebullición se extienden a través de la primera abertura (31).

9. La herramienta (21) de la Reivindicación 8, que incluye medios tales como una grúa puente para mover la placa (22) de asiento de la herramienta a lo largo de una dirección paralela al eje central.
- 5 10. La herramienta (21) de la Reivindicación 8, que incluye el poste (23) de guía tal como un raíl de guía soportado desde el suelo de un edificio de un reactor nuclear bajando al interior de una piscina de combustible gastado y medios para soportar el poste de guía en el fondo de una piscina de combustible gastado.
11. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que las hojas primera y segunda (33, 34) de sierra de banda operan para cortar de forma sustancialmente simultánea la barra (13) de control del reactor de agua en ebullición verticalmente a lo largo de la nervadura (20) dividiendo la nervadura de la barra de control del reactor de agua en ebullición en cuatro secciones sustancialmente idénticas.
- 10 12. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que, cuando se encuentra en una posición superior por encima de la barra (13) de control del reactor de agua en ebullición, se puede girar la herramienta 180 grados para facilitar el mantenimiento.
13. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que el motor (28) es un motor hidráulico.
- 15 14. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, que incluye al menos una cámara (32) en la placa (22) de asiento de la herramienta para gestionar el procedimiento de corte.
15. La herramienta (21) de la Reivindicación 1, en la que el ángulo fijo es de aproximadamente noventa grados.

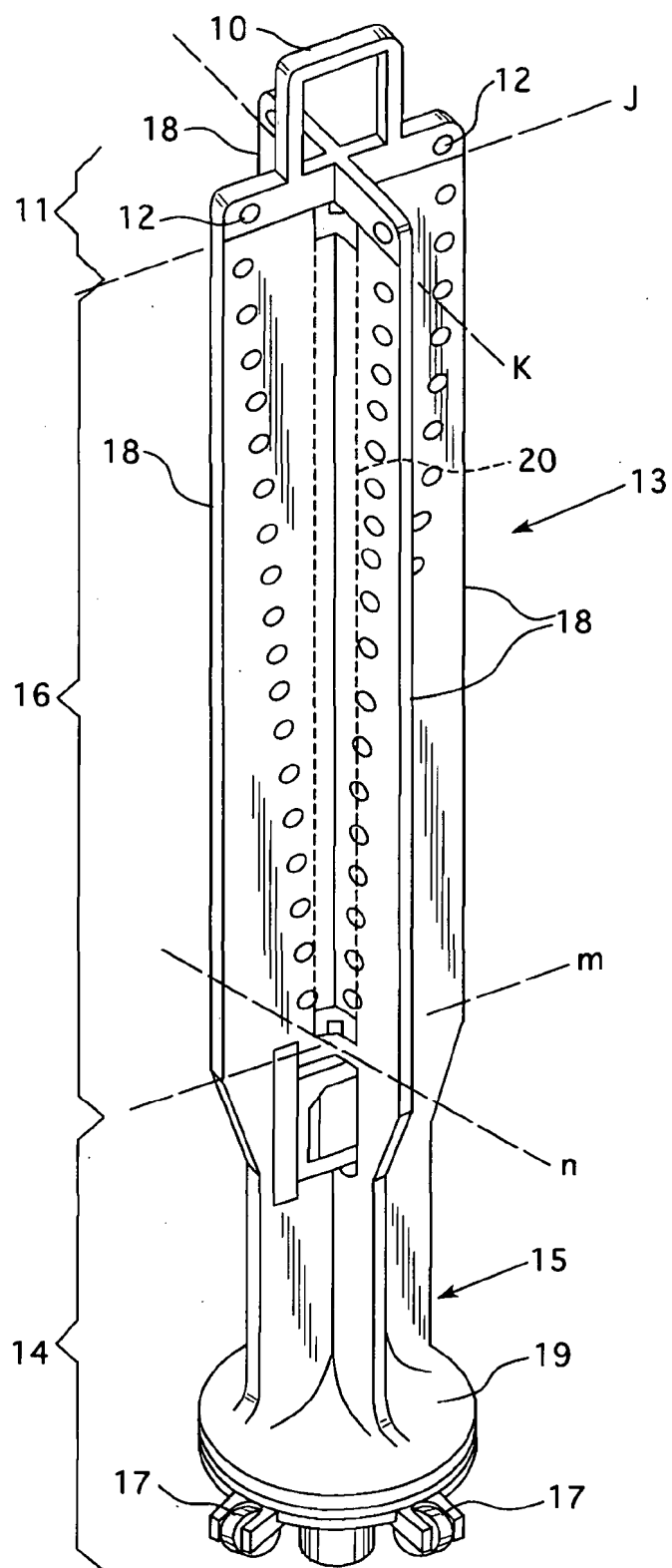


FIG. 1

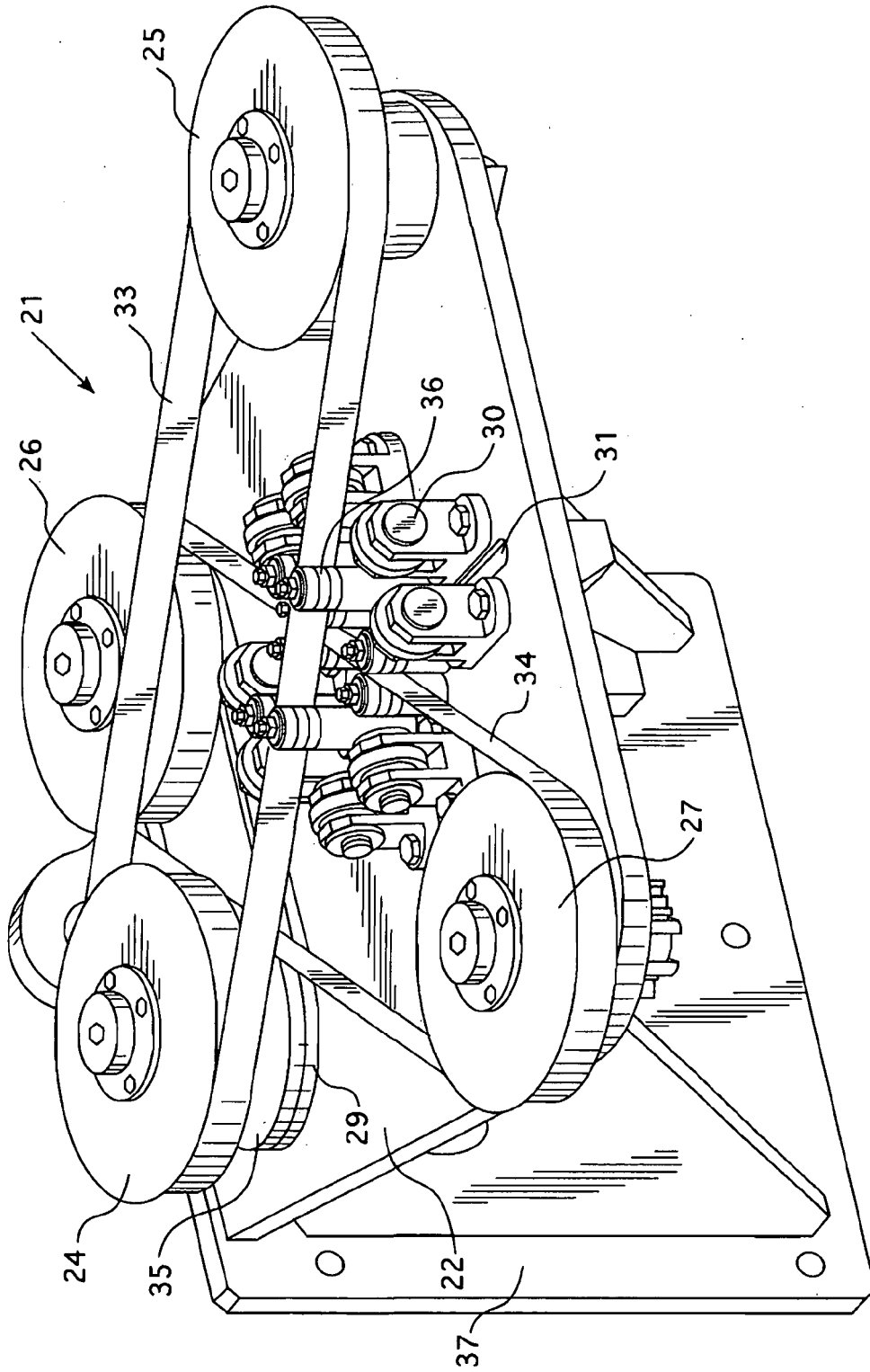


FIG. 2

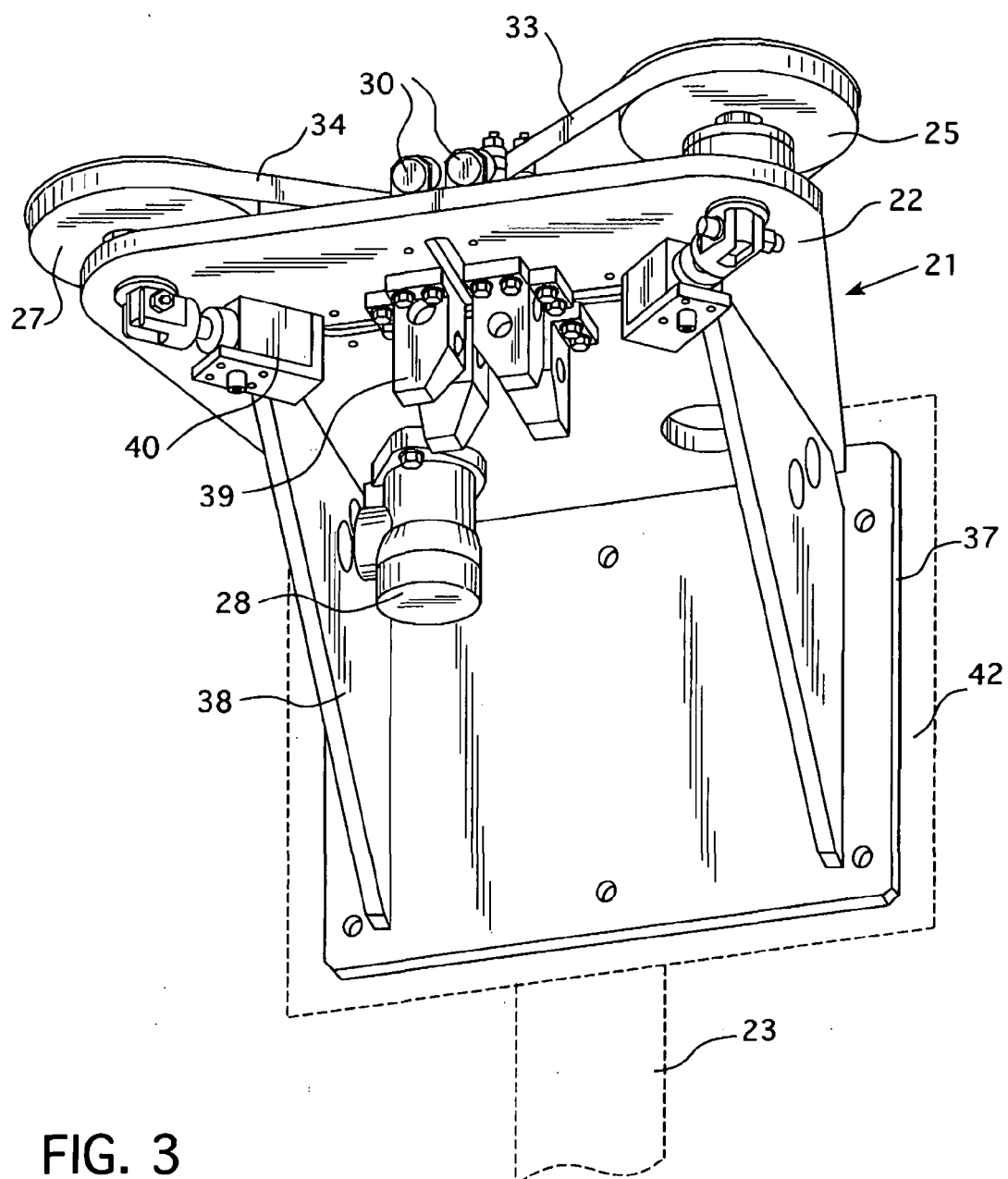


FIG. 3

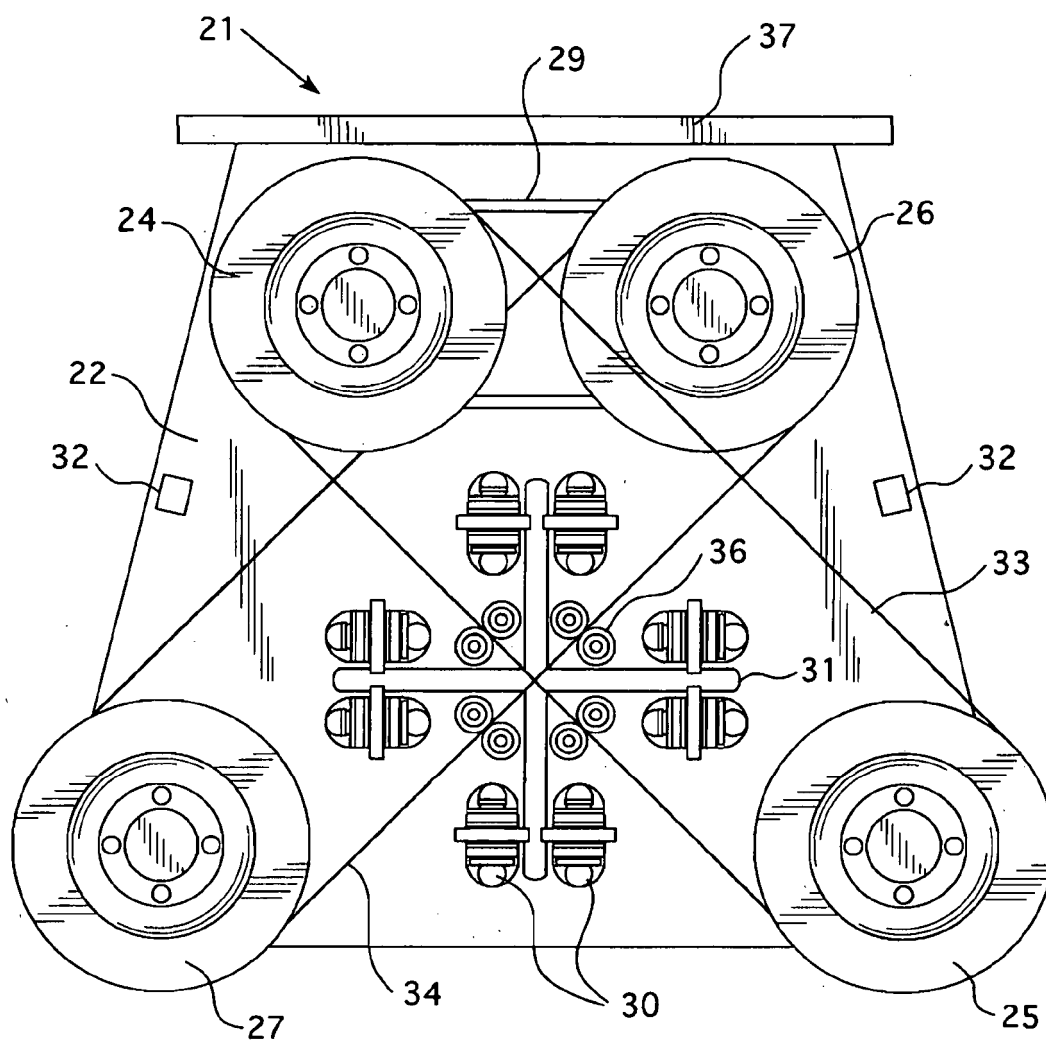


FIG. 4

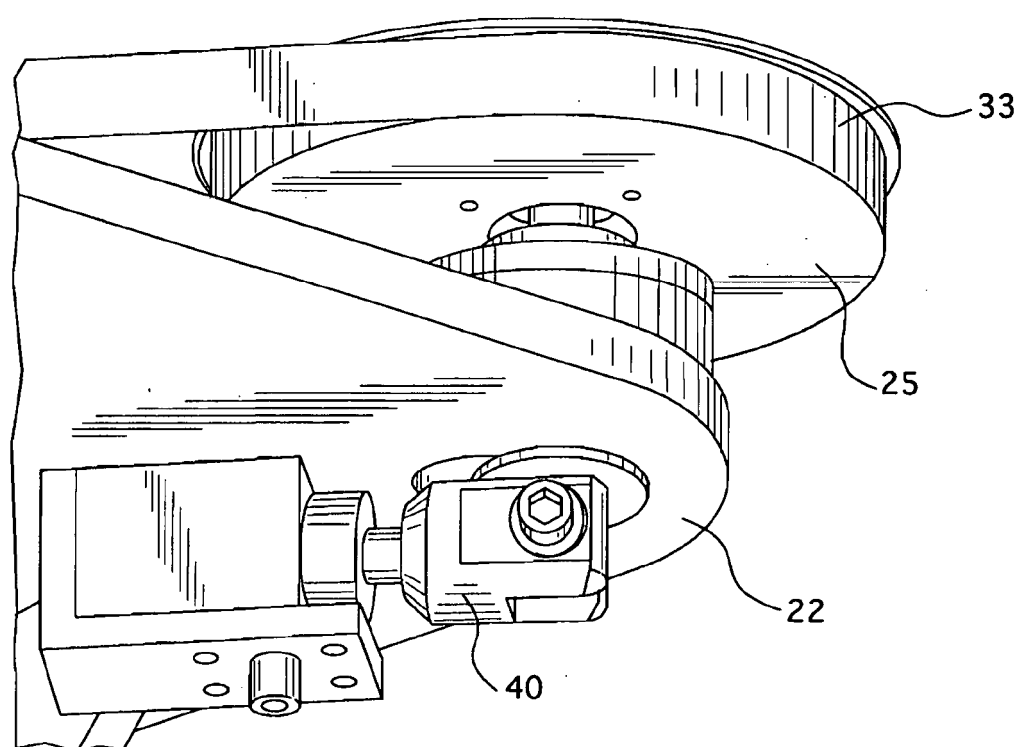


FIG. 5

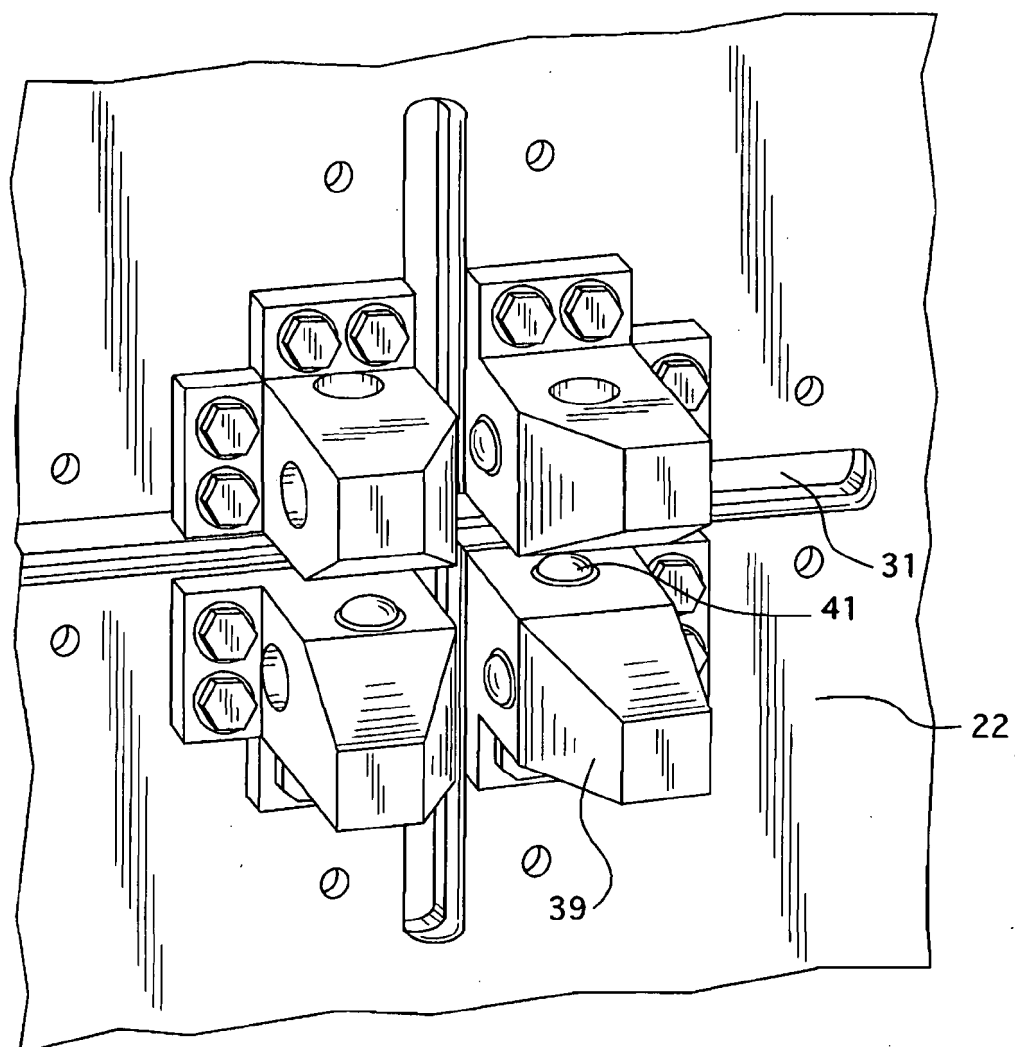


FIG. 6

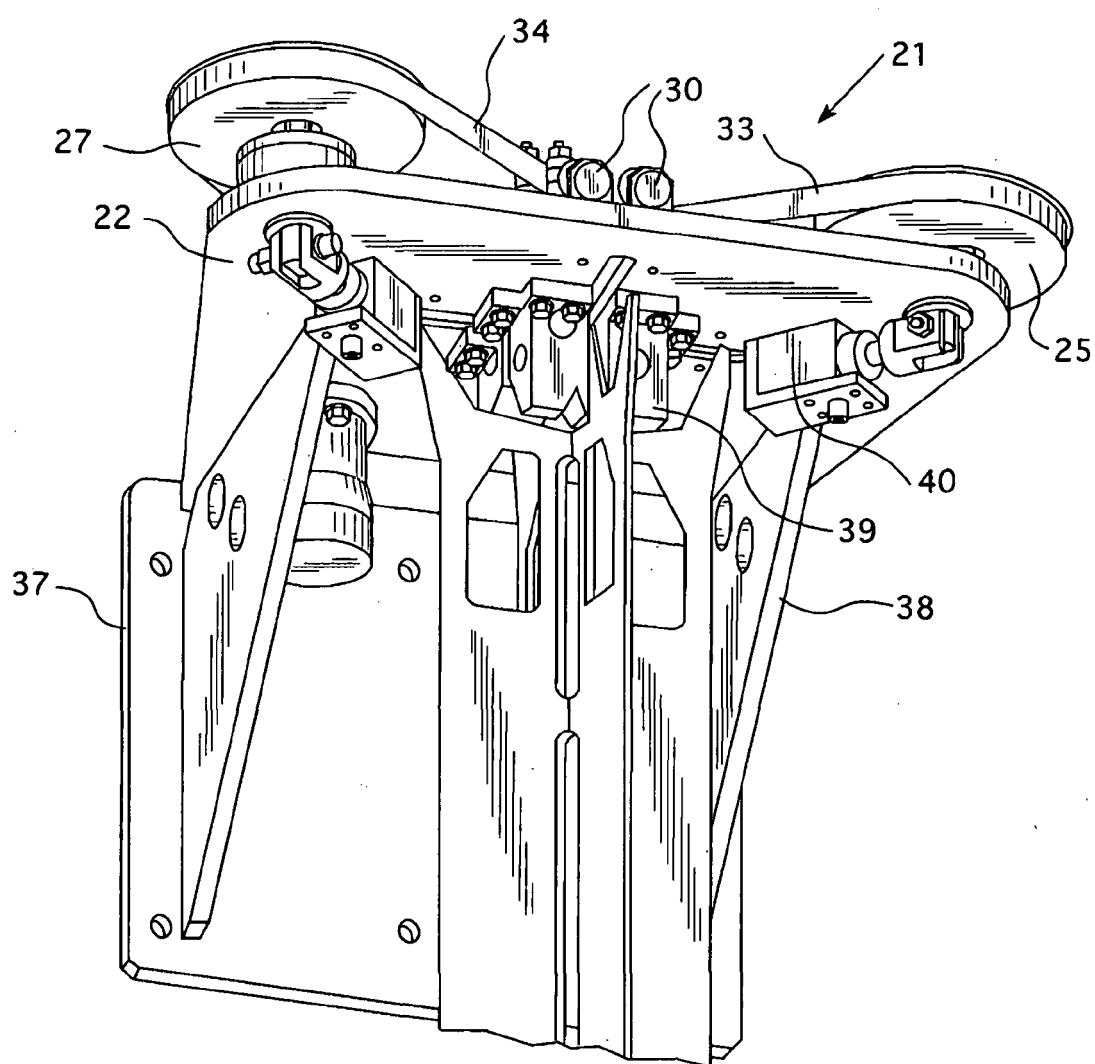


FIG. 7

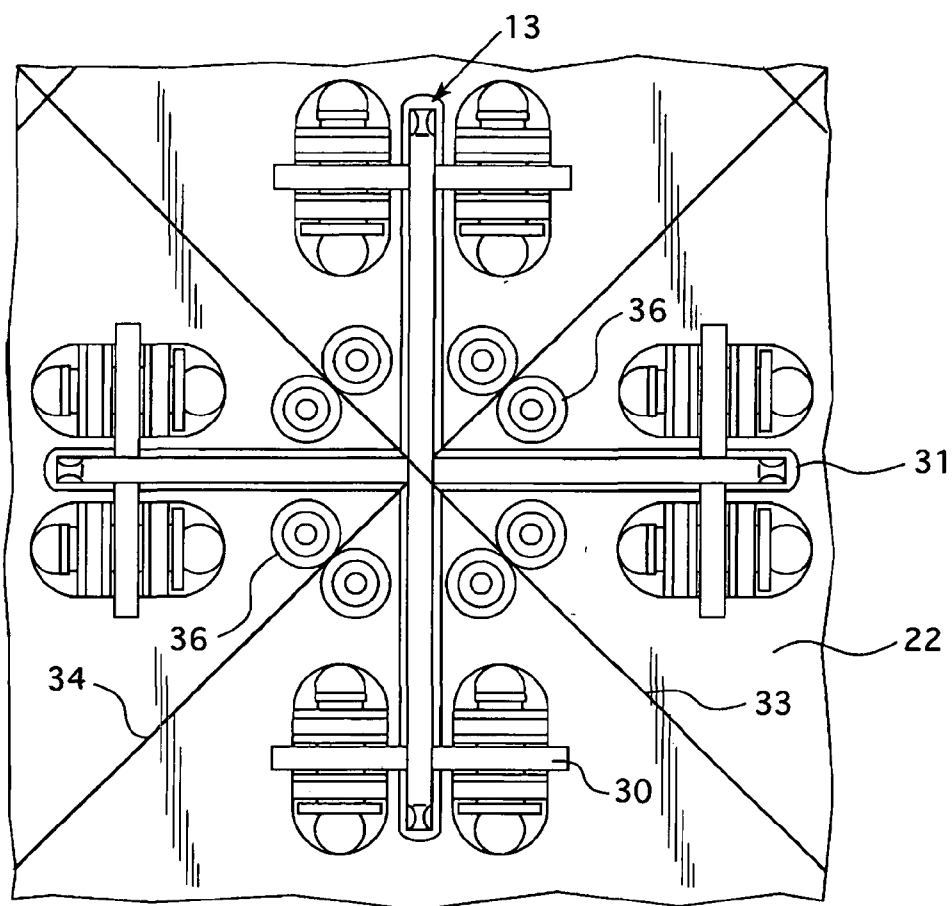


FIG. 8

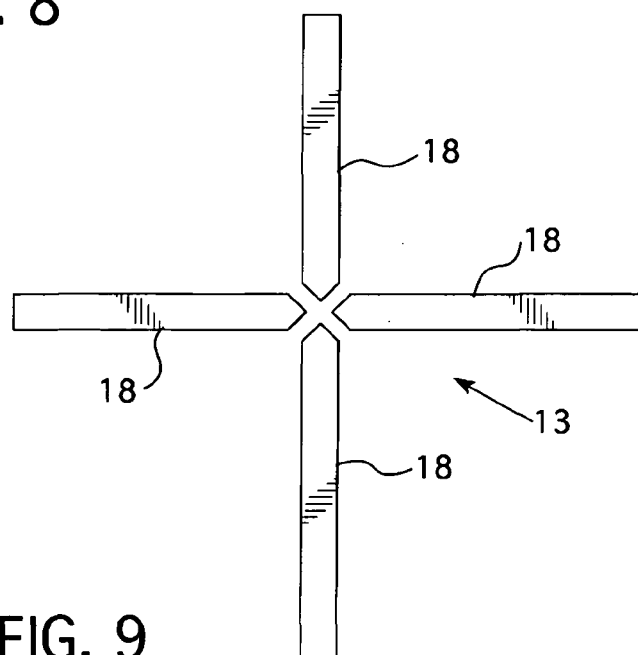


FIG. 9