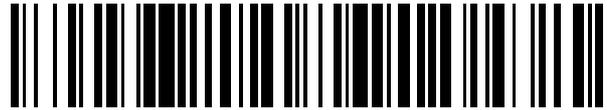


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 351**

51 Int. Cl.:

G21C 17/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.06.2010 PCT/ES2010/070382**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.12.2010 WO10142831**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2010 E 10785782 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017 EP 2442313**

54 Título: **Aparato para la inspección radiométrica de elementos combustibles**

30 Prioridad:

08.06.2009 ES 200930278

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

14.03.2018

73 Titular/es:

**ENUSA INDUSTRIAS AVANZADAS, S.A. (100.0%)
Santiago Rusinol, 12
28040 Madrid, ES**

72 Inventor/es:

**RODERO RODERO, JOSÉ MARÍA y
ÁLVAREZ GONZÁLEZ, PEDRO**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 659 351 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 la inspección radiométrica de elementos combustibles

Campo técnico de la invención

5 La invención se engloba en el campo de los equipos de inspección de los elementos combustibles irradiados utilizados en los reactores nucleares.

Antecedentes de la invención

En los reactores nucleares, se utilizan elementos combustibles que comprenden una pluralidad de barras de combustible nuclear, organizadas en forma de matriz, en filas y columnas. Estas barras incluyen pastillas ("pellets") de combustible, por ejemplo, de uranio (U), en forma de óxido de uranio (UO₂), normalmente enriquecido en ²³⁵U.

10 Existen sistemas para realizar mediciones sobre este tipo de elementos combustibles. Por ejemplo, existen detectores de radiación gamma basados en cristales de germanio que se usan para medir la radiación gamma emitida por los elementos combustibles después del uso de los mismos en el reactor nuclear. Este tipo de mediciones, que pueden incluir una espectrometría, pueden servir para comprobar el grado de quemado de los elementos, una etapa importante previa al almacenamiento de los elementos. Por ejemplo, estas mediciones pueden
15 ser necesarios para comprobar el comportamiento del producto (es decir, para comprobar que se ha quemado tal y como estaba previsto) y para comprobar que se ha quemado hasta el límite previsto, algo importante para el tratamiento posterior del elemento combustible.

Por estos motivos y por otros, se realiza lo que se conoce como un escaneado de los elementos combustibles, usando un detector de radiación gamma y, a veces, también un detector de cámara de fisión o detector de
20 neutrones.

Una forma convencional de realizar este tipo de escaneado se basa en desplazar el elemento combustible en sentido vertical, utilizando una grúa, de manera que el elemento combustible realice un movimiento vertical con respecto a los detectores de radiación gamma o neutrónica, los cuales registran la radiación durante dicho movimiento o bien realizan su medición a alturas fijas del elemento. Otra manera convencional de realizar este tipo
25 de mediciones se basa en desplazar una cabeza detectora de radiación gamma y/o neutrónica a lo largo de un elemento combustible fijo, por ejemplo, situado en una piscina de almacenamiento temporal. Ahora bien, en ambos casos existe el problema de que puede ser difícil garantizar que la posición del elemento combustible con respecto al detector esté suficientemente controlada. Por ejemplo, puede ser difícil garantizar que la distancia entre el detector de radiación y el elemento combustible sea exactamente la correcta.

30 Por otra parte, muchos de los sistemas conocidos que se basan en cristales de germanio son grandes y requieren refrigeración con nitrógeno líquido, algo que hace que el conjunto y su operación sean complejos y costosos.

Adicionalmente, en al menos algunos de los sistemas conocidos, puede ser difícil controlar con suficiente precisión la posición del detector en el eje axial del elemento combustible, de forma asociada a los datos aportados por el detector al sistema de proceso de la información.

35 El documento de la técnica anterior GB2435785 es un ejemplo de este método y dispositivo conocidos para determinar la velocidad de combustión de un conjunto de combustible de reactor nuclear.

Descripción de la invención

La invención se refiere a un aparato para la inspección radiométrica de un elemento combustible del tipo de los que comprenden una pluralidad de barras de combustible nuclear. El aparato comprende al menos un detector de
40 radiación, que puede ser un detector de radiación gamma y/o un detector de neutrones.

De acuerdo con la invención, el aparato comprende, además, un bastidor que comprende una abertura configurada para que el elemento combustible se desplace por dicha abertura (por ejemplo, por la acción de una grúa o similar) en una dirección sustancialmente paralela a los ejes longitudinales de las barras de combustible nuclear. El detector de radiación está situado en dicho bastidor en una posición que permite detectar radiación del elemento combustible
45 cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura. Además, el aparato comprende medios de posicionamiento situados en correspondencia con dicha abertura y configurados para mantener al menos una superficie del elemento combustible a una distancia predeterminada del detector de radiación cuando el elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura.

De esta manera se puede garantizar un correcto posicionamiento del detector de radiación con respecto al elemento
50 combustible durante la medida o escaneado del elemento combustible, en particular, durante su desplazamiento relativo con respecto al bastidor, en la dirección de los ejes longitudinales de las barras. Este correcto posicionamiento puede servir para permitir que se consigan medidas con una calidad y fiabilidad aceptables, incluso usando, por ejemplo, un detector de radiación gamma de pequeño tamaño que funcione a la temperatura del agua de la piscina, es decir, sin necesidad de un costoso sistema de refrigeración.

El desplazamiento del elemento combustible por la abertura se puede conseguir desplazando el bastidor y manteniendo el elemento combustible fijo, o desplazando el elemento combustible manteniendo el bastidor fijo, o desplazando ambos elementos, de manera que se produzca un movimiento relativo entre los dos elementos.

5 El aparato puede comprender uno o más colimadores gamma para detectores de pequeño tamaño a la temperatura ambiente concebidos para la perfilometría axial y, además, colimador(es) de neutrones de perfilometría axial y alta eficiencia. Se puede incorporar una cadena de medida que incorpore un software específico de identificación de los isótopos gamma (Ru-106, Eu-154, Cs-134 y Cs-137) y un software de determinación de quemado por unidad de longitud.

10 Los medios de posicionamiento pueden comprender al menos una primera guía de apoyo montada en dicho bastidor y configurada para estar en contacto con dicha superficie del elemento combustible de manera que dicha superficie del elemento combustible se apoye en dicha primera guía de apoyo cuando el elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura. De esta manera, la guía de apoyo sirve para definir de forma exacta la posición entre el elemento combustible y el detector de radiación gamma o neutrónica.

15 Los medios de posicionamiento pueden además comprender al menos un primer elemento de empuje configurado para empujar el elemento combustible hacia la primera guía de apoyo. De esta manera, se puede garantizar que el elemento combustible quede en contacto con la guía de apoyo y, por lo tanto, a la distancia deseada del detector de radiación, durante el escaneado.

20 La abertura puede tener cuatro lados (que pueden corresponderse con los lados del elemento combustible), estando la primera guía de apoyo situada en correspondencia con un primero de dichos lados y estando dicho primer elemento de empuje situado en correspondencia con un segundo de dichos lados, estando dicho segundo de dichos lados opuesto a dicho primero de dichos lados. De esta manera, se consigue un sistema fácilmente implementable y que garantiza el correcto posicionamiento del elemento combustible con respecto al detector de radiación durante el escaneado.

25 La primera guía de apoyo puede comprender al menos un rodillo configurado para girar impulsado por dicho elemento combustible cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura. De esta manera, se reduce la fricción entre la primera guía de apoyo y el elemento combustible durante el movimiento del elemento combustible relativo al aparato.

30 Además, el aparato puede comprender una segunda guía de apoyo situada en correspondencia con un tercero de dichos lados, y un segundo elemento de empuje situado en correspondencia con un cuarto de dichos lados. De esta manera se garantiza el correcto posicionamiento del elemento combustible con respecto a los lados de la abertura, algo que puede ser especialmente ventajoso cuando se realiza el escaneado de dos o más lados de forma simultánea, por ejemplo, usando al menos dos detectores de radiación gamma –uno asociado a cada lado- o al menos un detector de radiación gamma y al menos un detector o cámara de fisión, dispuestos en correspondencia con diferentes lados de la abertura.

35 La guía de apoyo puede comprender un primer rodillo, la segunda guía de apoyo puede comprender un segundo rodillo, el primer elemento de empuje puede estar configurado para empujar el elemento combustible contra dicho primer rodillo y el segundo elemento de empuje puede estar configurado para empujar el elemento combustible hacia dicho segundo rodillo, cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura. Esto puede facilitar un buen posicionamiento del elemento combustible con respecto a uno o más detectores situados en correspondencia con la abertura y se puede conseguir un posicionamiento correcto del elemento combustible en el plano de la abertura. En adición a los elementos de empuje puede haber, por ejemplo, cuatro rodillos de guiado, una en correspondencia con cada lado de la abertura, para mejor controlar el movimiento del elemento combustible y proteger tanto el elemento combustible como los dispositivos de medida.

45 El aparato puede comprender al menos un elemento de empuje configurado para empujar el elemento combustible hacia un lado de dicha abertura, comprendiendo el elemento de empuje al menos un rodillo, estando dicho rodillo asociado a un detector para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación. Por ejemplo, el aparato puede comprender al menos dos elementos de empuje configurados para empujar el elemento combustible hacia respectivos lados de dicha abertura, comprendiendo cada elemento de empuje al menos un rodillo, estando cada uno de dichos rodillos asociado a un detector para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación. Con dos detectores para la codificación axial se puede obtener dos juegos de datos indicativos de la posición axial del elemento combustible, algo que permite determinar dicha posición de forma más fiable, por ejemplo, en el caso de que falle alguno de los rodillos (por ejemplo, por culpa de un mal contacto con el elemento combustible) o detectores.

55 Complementaria o alternativamente, un rodillo de un elemento de guiado puede estar asociado a un detector para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación. Esto puede ser una alternativa o complemento al uso de los elementos de empuje para la codificación axial.

El aparato puede comprender medios de acoplamiento configurados para acoplar el bastidor en un rack para elementos combustibles en una piscina de almacenamiento de elementos combustibles. De esta manera, se puede

acoplar el bastidor en el rack en la piscina y luego desplazar el elemento combustible con respecto al bastidor –a través de su abertura- usando, por ejemplo, la grúa que convencionalmente se usa para manipular los elementos combustibles en la piscina.

5 El aparato puede comprender medios para modificar la distancia entre el detector de radiación (o los detectores, si hay varios) y la abertura, de manera que se pueda modificar la distancia entre el detector de radiación y la superficie del elemento combustible que se desplace por dicha abertura. De esta forma es posible optimizar la inspección para elementos combustibles con diferentes anchuras como es el caso de los elementos combustibles para reactores de agua a presión (PWR) 15x15 o 17x17, y aplicar el aparato también a elementos combustibles para reactores de agua en ebullición (BWR). Estos medios para modificar la distancia pueden comprender raíles o similar a lo largo de los cuales el detector de radiación puede desplazarse de forma controlada, motorizada o no. Alternativamente, los medios pueden comprender una pluralidad de puntos de fijación –por ejemplo, constituidos por orificios o similar- en los que el o los detectores de radiación (por ejemplo, radiación gamma y/o neutrónica) pueden fijarse, selectivamente, en función de las dimensiones del elemento combustible sobre el que deben realizarse las mediciones.

10 El detector de radiación puede estar dotado de un conjunto de colimador intercambiable. De esta manera, seleccionando el o los colimadores que se usan en cada momento, se puede ajustar la ventana de medida de la radiación total que llega al elemento sensible de detección de radiación. De esta manera, se puede operar con un elemento sensible de detección más adecuado y conseguir una calidad de detección mayor haciendo que dicho detector trabaje en su rango operativo óptimo.

20 El detector de radiación puede ser un detector de radiación gamma y puede comprender un colimador de aire. Dicho colimador de aire permite ver, por parte del detector y a través de la ventana del colimador, el elemento combustible con una cantidad menor de elementos de bajo Z (agua) entre el detector de radiación gamma propiamente dicho y el elemento combustible. El colimador de aire establece una cámara de aire que permite que la radiación que se desea medir llegue al detector de radiación gamma, pero dejando que el resto de las partes del equipo estén protegidas por una barrera de agua que atenúa la radiación gamma. Es decir, el agua es utilizada como blindaje para la parte sensible del equipo, consiguiéndose de este modo mejores relaciones “señal/compton” y en definitiva una mayor eficiencia.

25 El colimador de aire puede tener una sección horizontal (asumiendo una configuración en el que el elemento combustible está situado con su eje longitudinal vertical) en forma de trapecoide isósceles. De esta forma se puede optimizar la detección de la radiación que se desea detectar, con una buena relación “señal/compton” y con un ángulo sólido de observación determinado.

30 El colimador de aire puede estar acoplado de forma desmontable a una carcasa del detector de radiación gamma. Es decir, se puede tratar de un colimador de aire que puede ser reemplazado por otro de otras dimensiones. De esta manera, el aparato puede fácilmente optimizarse para diferentes tipos de elementos combustibles, por ejemplo, 15x15 o 17x17.

35 Los medios de posicionamiento pueden comprender un primer elemento de empuje configurado para empujar el elemento combustible en una primera dirección y un segundo elemento de empuje configurado para empujar el elemento combustible en una segunda dirección, que forma un ángulo de 90 grados con respecto a dicha primera dirección. De esta manera, se puede garantizar el posicionamiento del elemento combustible en la abertura y su distancia con respecto a dos detectores situados en correspondencia con sendos lados de la abertura, por ejemplo, un detector de radiación gamma y un detector de radiación neutrónica.

Descripción de las figuras

45 Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de la descripción, un juego de figuras en el que con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Las figuras 1 y 2 muestran vistas en perspectiva del aparato según una realización de la invención.

Las figuras 3 y 4 muestran secciones verticales de dicha realización de la invención.

50 Las figuras 5 y 6 muestran una sección horizontal y vertical, respectivamente, de un detector de radiación gamma que puede usarse en algunas realizaciones de la invención.

La figura 7 es una sección transversal vertical de una cámara de fisión como detector de neutrones útil para algunas posibles realizaciones de la invención.

La figura 8 es una vista en perspectiva de una posible realización de un elemento de empuje con detector para codificación axial.

Realización preferente de la invención

Las figuras 1-4 reflejan diferentes vistas de un aparato según una posible realización de la invención, basado en un bastidor 1 o similar dotado de una abertura 2 (figuras 3 y 4) a través de la cual puede deslizarse verticalmente el elemento combustible 100, siguiendo su eje longitudinal o axial. El movimiento relativo entre bastidor y elemento combustible, en el sentido longitudinal del elemento combustible, se puede, por ejemplo, realizar con una grúa, por ejemplo, con la grúa que convencionalmente se usa para manipular el elemento combustible en una piscina de una central nuclear. Es decir, es posible conseguir este movimiento sin contar con dispositivos específicos para ello. También es posible mover el bastidor 1, por ejemplo, con una grúa o con otro dispositivo.

Sobre la plataforma o bastidor 1 está montado, en correspondencia con un lado de la abertura 2, un detector de radiación gamma 3 y, en correspondencia con otro lado de la abertura (en este caso, un lado adyacente al primero), una cámara de fisión o detector de neutrones 4. Es posible instalar más detectores en correspondencia con los mismos y/u otros lados de la abertura, por ejemplo, dos detectores de radiación gamma en sendos lados de la abertura, y dos detectores de neutrones en otros lados de la abertura.

En las figuras 1-4 se pueden observar como los medios de posicionamiento están situados para establecer distancias adecuadas entre las superficies del elemento combustible 100 y los detectores 2 y 3. Un primer rodillo 51 hace de guía de apoyo sobre la que la superficie correspondiente del elemento combustible se apoya cuando el elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura, y el elemento de empuje 61 empuja sobre la superficie opuesta del elemento combustible para asegurar que el elemento combustible mantenga el contacto con el rodillo 51 durante el movimiento vertical del elemento combustible, garantizando de esta manera que la distancia entre la superficie del elemento combustible 100 y el detector de radiación gamma 3 se mantenga constante durante el escaneado. Por otra parte, el elemento de empuje 62 empuja el elemento combustible hacia otro rodillo 52, garantizando de esta manera una correcta distancia entre la superficie correspondiente del elemento combustible y el detector de fisión 4. Por otra parte, tal y como se puede ver, existen otros dos rodillos de guiado 53 y 54, de manera que hay un rodillo de guiado (51-54) situado en correspondencia con cada uno de los lados de la abertura. Los rodillos pueden estar situados de manera que garanticen que el elemento combustible no puede impactar contra los bordes de la abertura 2, reduciéndose así el riesgo de accidentes que pudieran dañar al elemento combustible.

La figura 8 refleja un ejemplo de cómo pueden estar realizados los elementos de empuje. En este caso, el elemento de empuje comprende un rodillo 61a montado en un soporte 61b acoplado a otro soporte 61d que está fijado en el bastidor 1; la unión entre los soportes 61b y 61d se establece mediante unos ejes o vástagos 61c que están fijados en el soporte 61d de manera que puedan deslizarse por dicho soporte 61d. Los resortes 61e están situados alrededor de los vástagos 61c y ejercen una presión que hace que los dos soportes 61b y 61d tiendan a separarse, de manera que el rodillo 61a ejerza una presión sobre el elemento combustible cuando el dispositivo está en uso.

En la figura 8 se puede también observar como, asociado al elemento de empuje, hay un detector 611 o "encoder" que produce una señal de salida eléctrica indicativa del movimiento del rodillo y que sirve para la codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación gamma, es decir, para asociar las medidas tomadas con el detector de radiación gamma a una determinada posición axial del elemento combustible 100. Existen muchos dispositivos convencionales para esta finalidad por lo que no es necesario describir el detector 611 o su funcionamiento con más detalle.

En la figura 1 se ilustra esquemáticamente una pluralidad de orificios 8 que sirven para que el detector de radiación gamma 3 y el detector de neutrones 4 se puedan situar en posiciones óptimas, a una distancia óptima del elemento combustible. Alternativamente, el detector de radiación gamma y/o el detector de neutrones se pueden situar sobre raíles, o asociarse a otros medios para variar la posición de los detectores con respecto al elemento combustible 100.

En las figuras 1-4 se puede observar como el bastidor 1, en su parte inferior, está dotado de una estructura 7 configurada para permitir que el bastidor pueda acoplarse en un rack para elementos combustible en una piscina de almacenamiento de elementos combustibles.

En las figuras 1, 3, 5 y 6 se puede observar como el detector de radiación gamma se ha completado con un colimador de aire 31, algo que permite reducir la cantidad de agua que se halla entre el elemento sensor de radiación gamma 37 y el elemento combustible 100, independientemente de la distancia entre la carcasa 33 del detector de radiación gamma y el elemento combustible. El colimador de aire (un dispositivo que básicamente delimita una cámara de aire) está acoplado a la carcasa del detector 3 de manera que pueda ser reemplazado por otro colimador de aire, de otras dimensiones, para adaptar el aparato a un elemento combustible de otras dimensiones. Como se puede observar en, por ejemplo, las figuras 5 y 6, el colimador de aire tiene una configuración sustancialmente plana en el sentido vertical, y una configuración trapezoidal isósceles en el plano horizontal.

En las figuras 5 y 6 se refleja esquemáticamente la estructura de un detector de radiación gamma 3 que puede ser adecuado para la invención, y que comprende, en adición al colimador de aire 31, un filtro de tungsteno 32, una cámara estanca 33, una capa de cadmio 34 (con un grosor de aproximadamente 1 mm), que establece una cámara

dentro de la cual se aloja un colimador de tungsteno 35 y un escudo de tungsteno 36. Dentro del escudo 36 y detrás del colimador de tungsteno 35 se encuentra el elemento detector de radiación gamma 37 propiamente dicho. También se puede observar un protector del cable 38 (para proteger el cable del elemento detector 37 de radiación difusa) y la salida 39 del cable. Ahora bien, otros tipos de detectores de radiación gamma pueden usarse con la invención, dentro del concepto básico de la invención.

La figura 7 refleja una posible realización del detector de neutrones situado dentro de una estructura de polietileno 42 y protegido por capas de cadmio 43, de manera que preferentemente se detectan neutrones provenientes de una dirección determinada.

En este texto, la palabra “comprende” y sus variantes (como “comprendiendo”, etc.) no deben interpretarse de forma excluyente, es decir, no excluyen la posibilidad de que lo descrito incluya otros elementos, etapas, etc.

Además, la invención no está limitada a las realizaciones concretas que se han descrito sino abarca también, por ejemplo, las variantes que pueden ser realizadas por el experto en la materia (por ejemplo, en cuanto a la selección de materiales, dimensiones, componentes, configuración, etc.), de lo que se desprende de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

- 1.- Aparato para la inspección radiométrica de un elemento combustible (100) que comprende una pluralidad de barras de combustible nuclear, comprendiendo el aparato al menos un detector de radiación (3), el aparato adicionalmente comprende:
- 5 un bastidor (1) que comprende una abertura (2) configurada para que el elemento combustible se desplace por dicha abertura en una dirección sustancialmente paralela a los ejes longitudinales de las barras de combustible nuclear, estando el detector de radiación (3) situado en dicho bastidor en una posición que permite detectar radiación del elemento combustible cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura;
- 10 medios de posicionamiento (51, 61) situados en correspondencia con dicha abertura y configurados para mantener una superficie del elemento combustible a una distancia predeterminada del detector de radiación cuando el elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura.
- 2.- Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos medios de posicionamiento comprenden al menos una primera guía de apoyo (51) montada en dicho bastidor y configurada para estar en contacto con dicha superficie del elemento combustible de manera que dicha superficie del elemento combustible se apoye en dicha primera guía (51) de apoyo cuando el elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura.
- 15 3.- Aparato según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichos medios de posicionamiento comprenden además al menos un primer elemento de empuje (61) configurado para empujar el elemento combustible hacia la primera guía de apoyo (51).
- 20 4.- Aparato según la reivindicación 3, **caracterizado porque** la abertura tiene cuatro lados, estando la primera guía de apoyo (51) situada en correspondencia con un primero de dichos lados y estando dicho primer elemento de empuje (61) situado en correspondencia con un segundo de dichos lados, estando dicho segundo de dichos lados opuesto a dicho primero de dichos lados.
- 25 5.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 3 y 4, **caracterizado porque** dicha primera guía de apoyo (51) comprende al menos un rodillo configurado para girar impulsado por dicho elemento combustible cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura.
- 6.- Aparato según la reivindicación 4, **caracterizado porque** comprende una segunda guía de apoyo (52) situada en correspondencia con un tercero de dichos lados, y un segundo elemento de empuje (62) situado en correspondencia con un cuarto de dichos lados.
- 30 7.- Aparato según la reivindicación 6, **caracterizado porque** dicha primera guía de apoyo (51) comprende un primer rodillo y **porque** dicha segunda guía de apoyo (52) comprende un segundo rodillo, y **porque** dicho primer elemento de empuje (61) está configurado para empujar el elemento combustible contra dicho primer rodillo y **porque** dicho segundo elemento de empuje (62) está configurado para empujar el elemento combustible hacia dicho segundo rodillo, cuando dicho elemento combustible se desplaza a través de dicha abertura.
- 35 8.- Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende al menos un elemento de empuje (61) configurado para empujar el elemento combustible hacia un lado de dicha abertura, comprendiendo el elemento de empuje (61) al menos un rodillo, estando dicho rodillo asociado a un detector (611) para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación.
- 40 9.- Aparato según la reivindicación 8, **caracterizado porque** comprende al menos dos elementos de empuje (61, 62) configurados para empujar el elemento combustible hacia respectivos lados de dicha abertura, comprendiendo cada elemento de empuje (61, 62) al menos un rodillo, estando cada uno de dichos rodillos asociado a un detector (611, 612) para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación.
- 10.- Aparato según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho, al menos un, rodillo está asociado a un detector para codificación axial del movimiento del elemento combustible respecto del detector de radiación.
- 45 11.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende medios de acoplamiento (7) configurados para acoplar el bastidor (1) a un rack para elementos combustibles en una piscina de almacenamiento temporal de elementos combustibles.
- 50 12.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende medios (8) para modificar la distancia entre el detector de radiación y la abertura, de manera que se pueda modificar la distancia entre el detector de radiación y la superficie del elemento combustible que se desplaza a través de dicha abertura.
- 13.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el detector de radiación es un detector de radiación gamma (3) que está dotado de un conjunto de colimador (35) intercambiable.

14.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el detector de radiación es un detector de radiación gamma que comprende un colimador de aire (31).

15.- Aparato según la reivindicación 14, **caracterizado porque** el colimador de aire (31) tiene una sección transversal horizontal en forma de trapecio isósceles.

5 16.- Aparato según la reivindicación 15 ó 16, **caracterizado porque** el colimador de aire está acoplado de forma desmontable a una carcasa del detector de radiación.

10 17.- Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los medios de posicionamiento comprenden un primer elemento de empuje (61) configurado para empujar el elemento combustible en una primera dirección y un segundo elemento de empuje (62) configurado para empujar el elemento combustible en una segunda dirección, que forma un ángulo de 90 grados con respecto a dicha primera dirección.

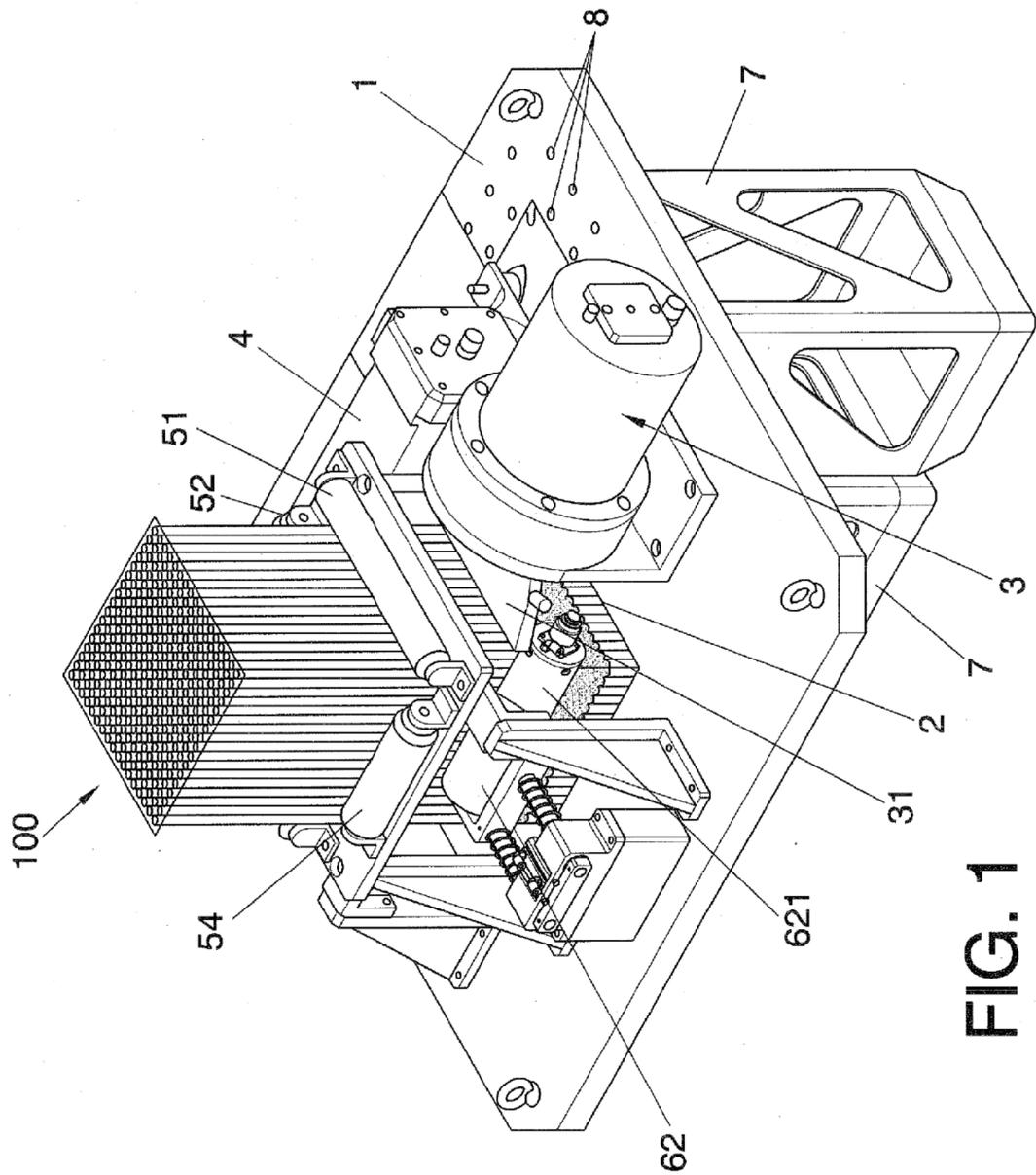


FIG. 1

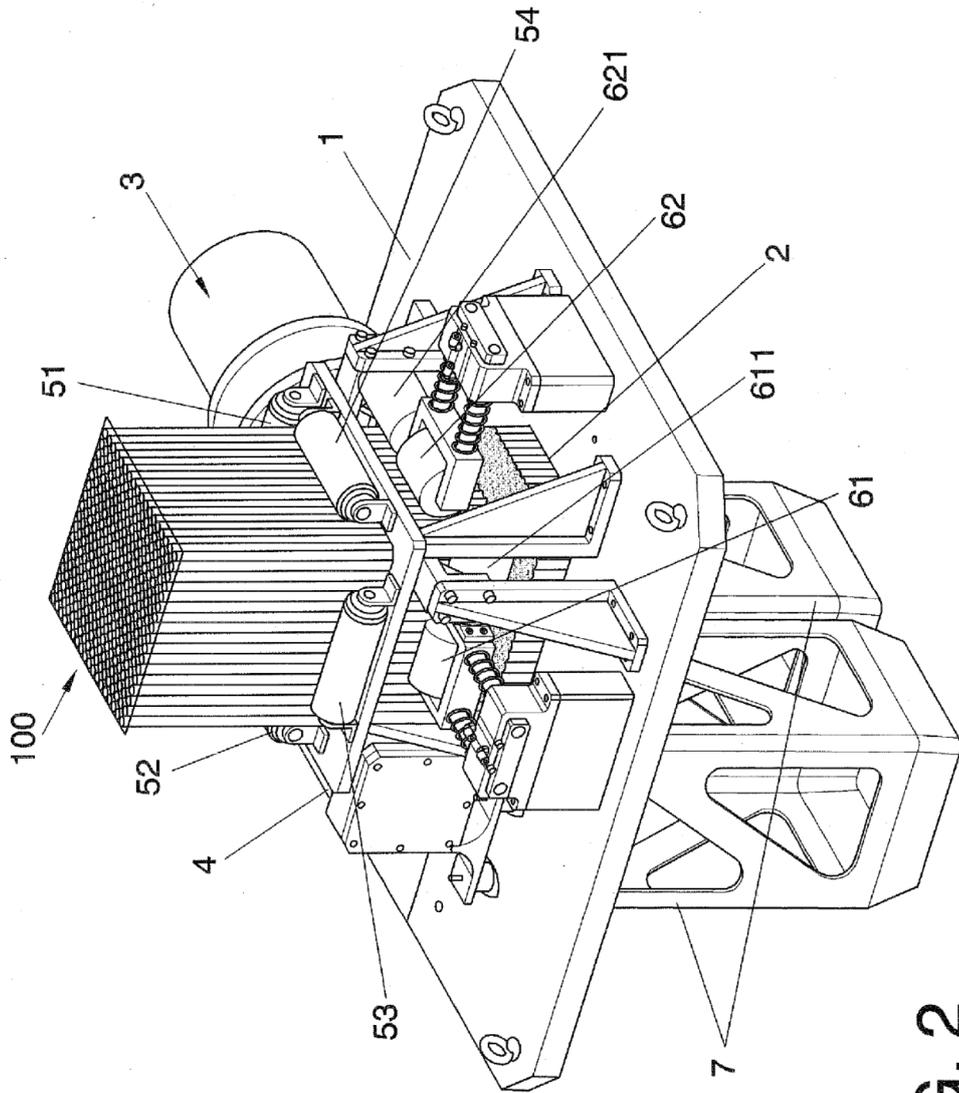


FIG. 2

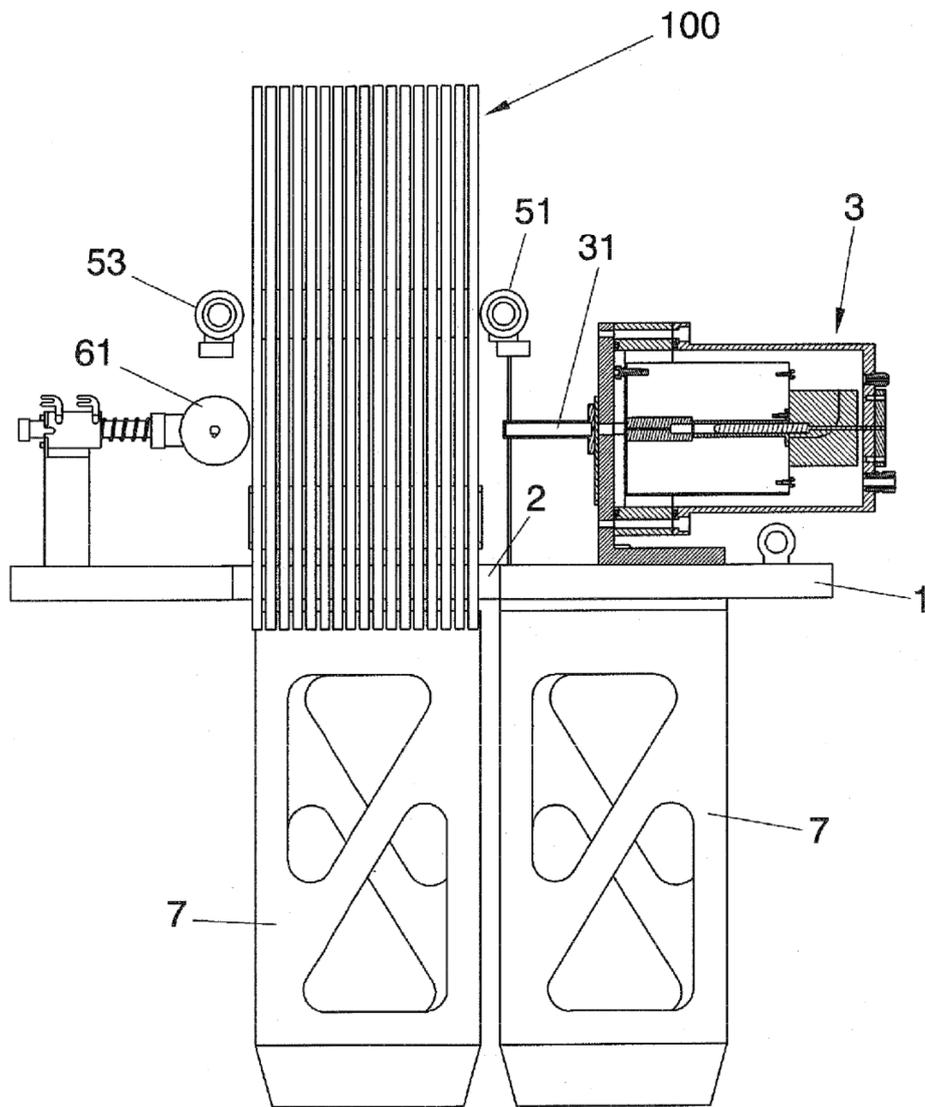


FIG. 3

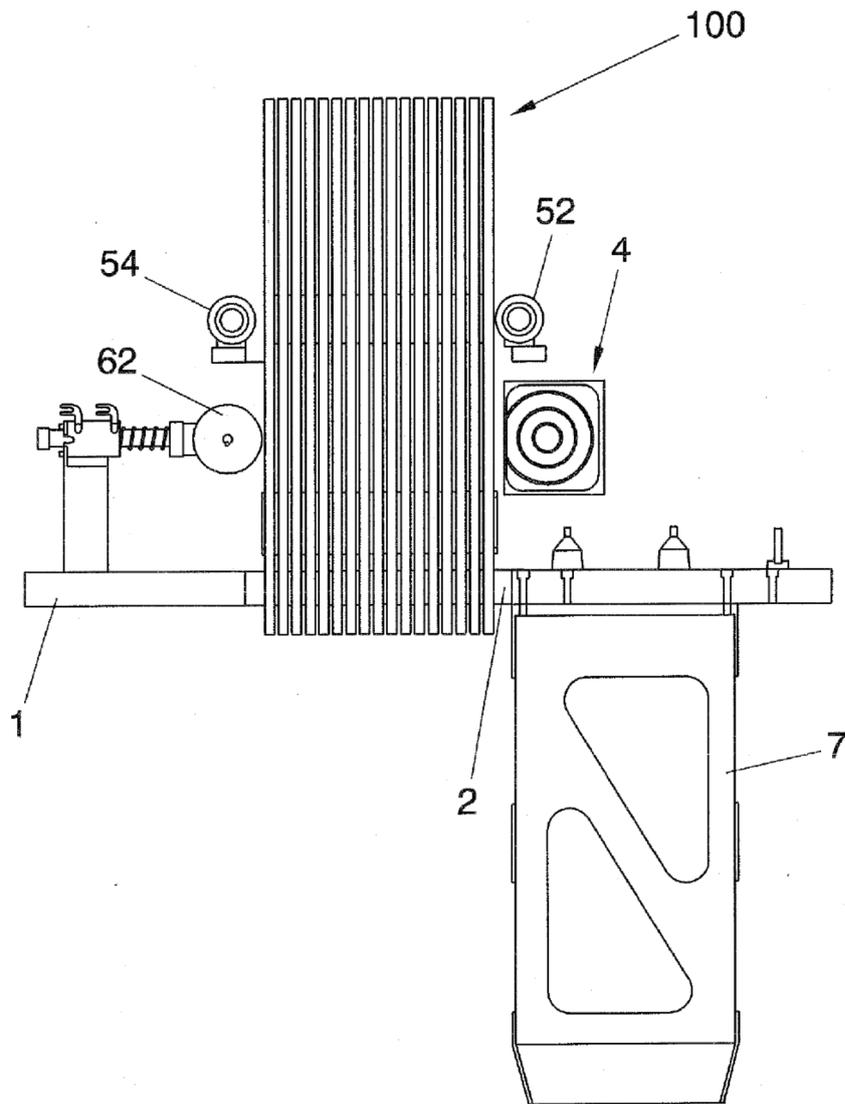


FIG. 4

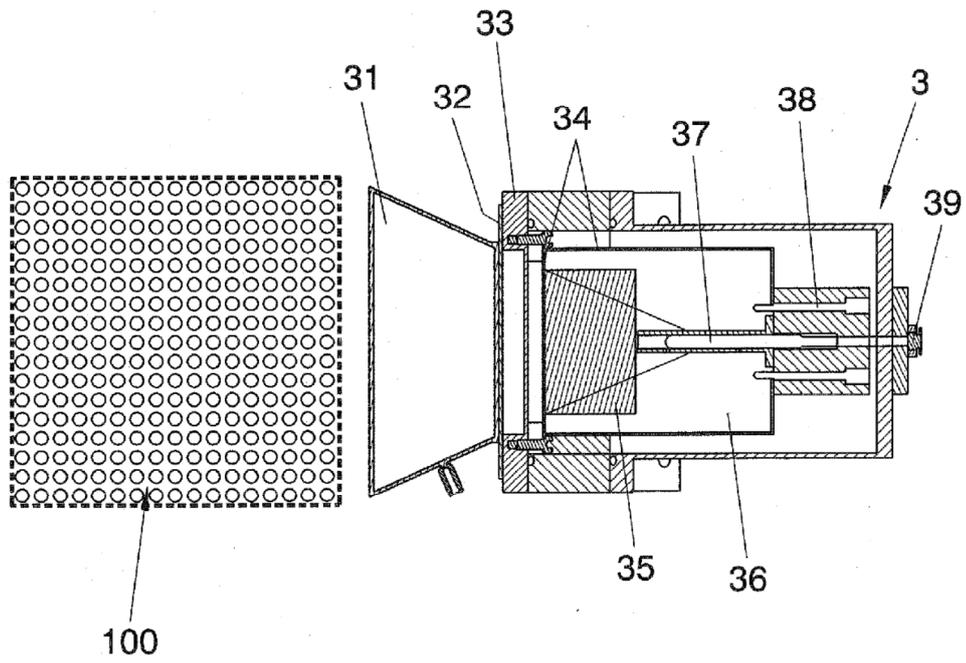


FIG. 5

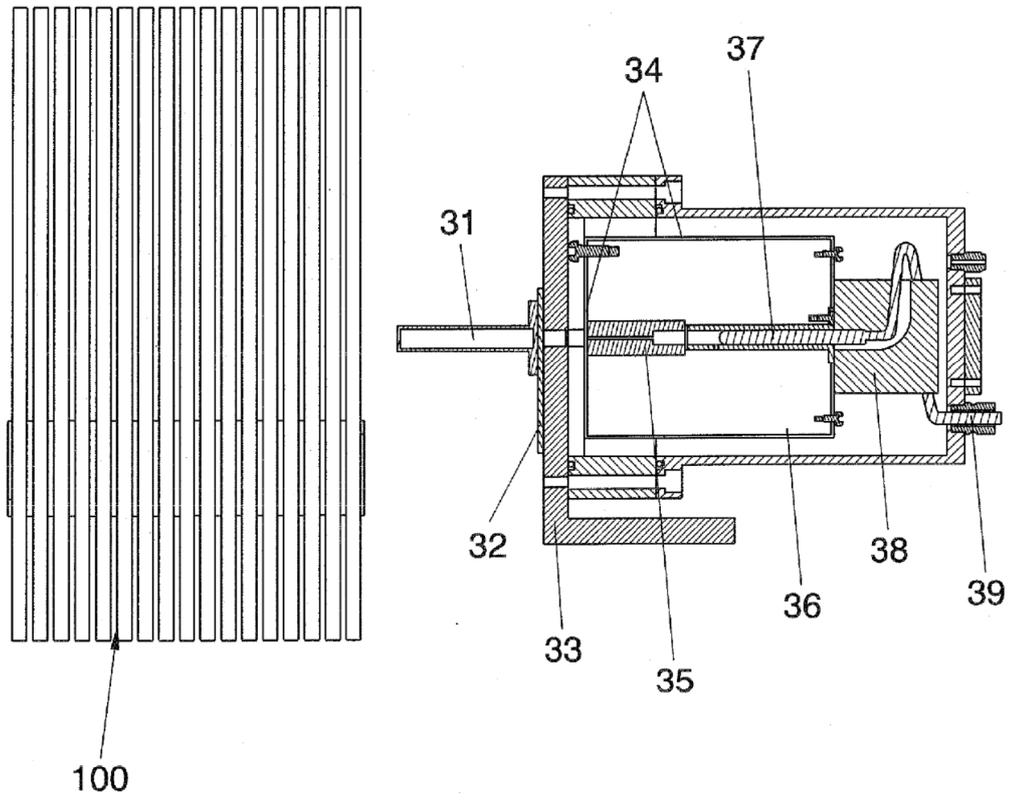


FIG. 6

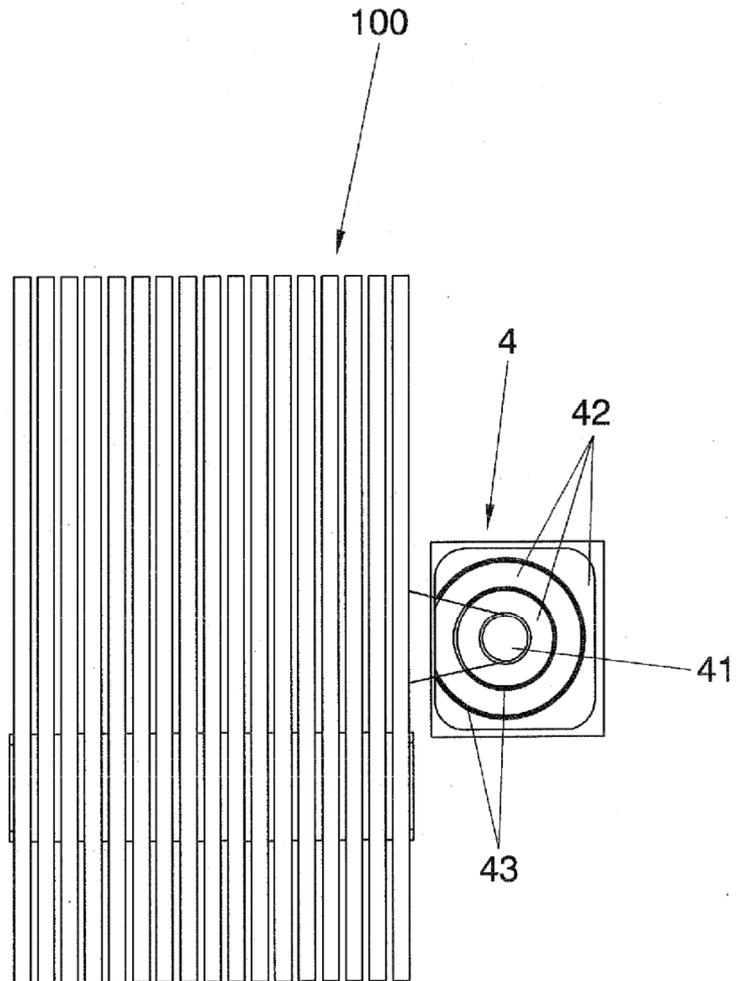


FIG. 7

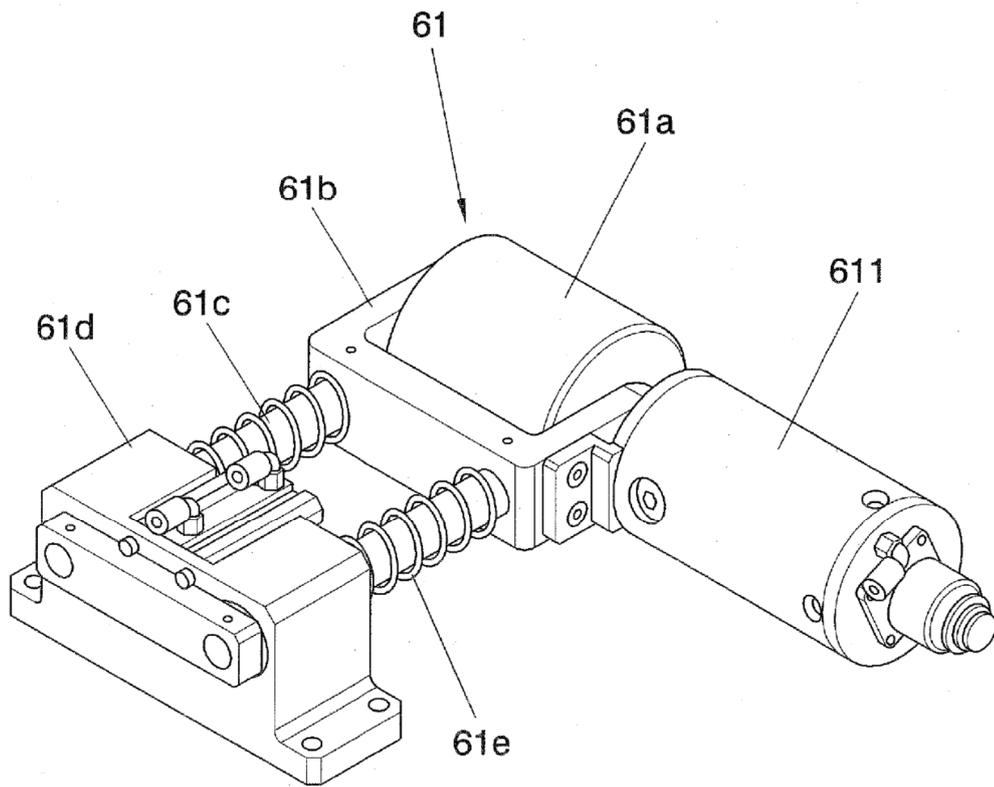


FIG. 8