



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 321 609**

51 Int. Cl.:  
**G21F 5/005** (2006.01)  
**G21F 5/008** (2006.01)  
**G21F 5/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04005398 .5**  
96 Fecha de presentación : **06.03.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1571677**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2005**

54 Título: **Contenedor de transporte y/o de almacenamiento para el alojamiento de al menos un elemento radiactivo.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.06.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.06.2009**

73 Titular/es:  
**GNS Gesellschaft für Nuklear-Service mbH**  
**Hollestrasse 7A**  
**45127 Essen, DE**

72 Inventor/es: **Hüggenberg, Roland;**  
**Völzer, Walter y**  
**Winkler, Hans-Peter**

74 Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

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

Contenedor de transporte y/o de almacenamiento para el alojamiento de al menos un elemento radioactivo.

5 La invención se refiere a un contenedor de transporte y/o de almacenamiento para el alojamiento de al menos un elemento radioactivo, con envoltorio del contenedor y fondo del contenedor y con al menos una tapa de contenedor. Se entiende por elementos radioactivos sobre todo elementos de combustión quemados o nuevos.

10 Se conocen por la práctica diferentes contenedores de transporte y/o de almacenamiento del tipo mencionado al principio. En estos contenedores conocidos está presente normalmente entre los elementos radioactivos alojados, por ejemplo entre los elementos quemados alojados y la tapa del contenedor una distancia axial o bien un espacio libre axial. La altura vertical ajustada de una manera correspondiente del espacio de alojamiento del contenedor tiene en cuenta, en primer lugar, el hecho de que deben poder alojarse en el contenedor elementos radioactivos con diferentes dimensiones. Además, deben tenerse en cuenta las tolerancias de fabricación con respecto a los componentes del contenedor y con respecto a los componentes alojados. Además, debe tenerse en cuenta el hecho de que puede tener lugar una dilatación térmica relativa de los componentes alojados y de los componentes del contenedor así como una modificación de la longitud de los componentes alojados en el contenedor como consecuencia de la radiación radioactiva. Es necesario un cierto espacio libre axial entre los elementos radioactivos y la tapa del contenedor también cuando la tapa del contenedor debe colocarse de una manera funcionalmente segura, por ejemplo con mando a distancia, debajo del agua.

20 Cuando se alojan elementos de combustión en el contenedor, especialmente elementos de combustión de reactores de agua a presión (DWR-BE), en general, existe igualmente un espacio libre axial dentro de un elemento de combustión de este tipo entre las barras de combustión y la pieza de cabeza del elemento de combustión.

25 El documento US 2003/015541 describe un contenedor de transporte y/o de almacenamiento para elementos radioactivos formados por envoltorio, fondo y tapa. Entre el elemento radioactivo y la tapa existe un espacio libre axial y entre el elemento radioactivo y la tapa existe un amortiguador de impacto deformable plásticamente de madera de balsa.

30 El documento US-B-6 280 1271 describe un contenedor de transporte y/o de almacenamiento para elementos radioactivos formados por envoltorio, fondo y tapa. Entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un espacio libre axial y entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un amortiguador de impacto deformable plásticamente.

35 El documento US-A-5 337 917 describe un contenedor de transporte y/o de almacenamiento para elementos radioactivos formados por envoltorio, fondo y tapa. Entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un espacio libre axial y entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un amortiguador de impacto deformable plásticamente de material de aluminio y tela metálica.

40 El documento DE 22 56 879 A describe un contenedor de transporte y/o de almacenamiento para elementos radioactivos formados por envoltorio, fondo y tapa. Entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un espacio libre axial y entre el elemento radioactivo y la tapa está dispuesto un amortiguador de impacto deformable plásticamente (piezas de madera que provocan una amortiguación de impactos deformable plásticamente).

45 La mayoría de los contenedores conocidos del tipo mencionado al principio han dado buen resultado, en principio, en lo que se refiere a la resistencia y la estabilidad, respectivamente. Sin embargo, la resistencia mecánica con relación a determinadas situaciones excepcionales puede ser mejorada o bien requiere mejora. Una situación de excepción de este tipo es especialmente la caída libre de un contenedor, que impacta entonces con el extremo frontal del lado de la tapa del contenedor o bien con la superficie frontal del lado de la tapa del contenedor sobre un sustrato rígido. En la fase de la caída libre, permanece en primer lugar una distancia entre los elementos radioactivos alojados (elementos de combustión) y la tapa del contenedor. Por lo tanto, se produce, por decirlo así, un impacto retardado de los elementos sobre la tapa del contenedor y tanto el sistema de tapa como también los elementos alojados son cargados en una medida relativamente grande. Además, en la fase de la caída libre permanece adicionalmente también una distancia entre las barras de combustión y la cabeza de un elemento de combustión, de manera que también las barras de combustión impactan, por decirlo así, sobre la pieza de cabeza del elemento de combustión, con lo que de nuevo el sistema de tapa se carga en gran medida. Puesto que la masa de las barras de combustión representa, en general, aproximadamente el 90% de la masa de un elemento combustible, este último efecto de impacto descrito y las consecuencias implicadas con ello son más fuertes o bien más graves que el efecto de impacto descrito en primer lugar. Sería deseable que ambos efectos de impacto pudieran compensarse de una manera efectiva o bien que se pudiera evitar la carga alta implicada con ello del sistema de tapa y también de los elementos alojados.

60 Por lo tanto, la invención se basa en el problema técnico de indicar un contenedor de transporte y/o de almacenamiento del tipo mencionado al principio, en el que se evitan los inconvenientes mencionados anteriormente y que se caracteriza durante la caída libre con impacto en el lado de la tapa por resistencia y estabilidad y, por lo tanto, por seguridad.

Para la solución de este problema técnico, la invención enseña un contenedor de transporte y/o de almacenamiento con al menos un elemento radioactivo, que es un elemento de combustión con una pieza de cabeza y con barras de combustión dispuestas debajo de la pieza de cabeza, con envoltorio del contenedor, fondo del contenedor y con al menos una tapa del contenedor, en el que un primer espacio libre axial está dispuesto, en la posición de instalación vertical del contenedor, entre la pieza de cabeza y la tapa del contenedor y un segundo espacio libre axial está dispuesto, en el estado de instalación vertical del contenedor, entre las barras de combustión y la pieza de cabeza, y en el que entre la pieza de cabeza de un elemento de combustión y la tapa del contenedor está dispuesto al menos un amortiguador de impacto deformable plásticamente.

En general, varios elementos radioactivos están alojados en el espacio de alojamiento del contenedor. En los elementos radioactivos se trata con preferencia de elementos de combustión quemados o nuevos o de coquillas de vidrio de HAW. Está también en el marco de la invención que de una manera habitual en sí está presente un cesto de soporte para el alojamiento de los elementos radioactivos en el espacio de alojamiento.

Cuando el contenedor de transporte y/o de almacenamiento según la invención presenta un sistema de tapa con varias tapas, por ejemplo una tapa primaria y una tapa secundaria, entonces con la tapa del contenedor se entiende la tapa interior, que está directamente adyacente al espacio de alojamiento para los elementos radioactivos, por lo tanto, por ejemplo, la tapa primaria. El estado de instalación vertical del contenedor significa especialmente que el contenedor está instalado con su lado inferior o bien con el fondo del contenedor sobre un sustrato y la tapa del contenedor está orientada en el lado superior del contenedor.

De acuerdo con la invención, en el caso de una caída libre del contenedor con impacto del lado superior del contenedor o bien de la tapa del contenedor, se deforma plásticamente el amortiguador de impacto. Esta deformación plástica puede resultar, por una parte, de que todo el elemento radioactivo o bien todo el elemento de combustión impacta con su pieza de cabeza sobre el amortiguador de impacto. Pero la deformación plástica puede resultar también de que las barras de combustión de un elemento de combustión inciden con retraso sobre la pieza de cabeza del elemento de combustión y de que la pieza de cabeza, que descansa sobre el amortiguador de impacto o impacta sobre el amortiguador de impacto, provoca entonces la deformación plástica del amortiguador de impacto. Con otras palabras, el impacto o bien el impulso, que procede de las barras de combustión, es transmitido desde la pieza de cabeza sobre el amortiguador de impacto. Que el amortiguador de impacto es deformable plásticamente significa en el marco de la invención que el amortiguador de impacto se deforma de manera permanente. En este sentido, la capacidad de deformación plástica se diferencia de la capacidad de deformación elástica, que solamente es transitoria y en el caso de la energía cinética se transforma en energía potencial, que pasa a continuación al menos en parte de nuevo a energía cinética. En el amortiguador de impacto deformable plásticamente no se trata, por lo tanto, de un elemento de resorte deformable elásticamente, como un muelle helicoidal o similar. Tales elementos de resorte no han dado buen resultado para el objeto de acuerdo con la invención. El amortiguador de impacto de acuerdo con la invención es deformable en primer lugar plásticamente y en todo caso es deformable elásticamente en una medida insignificante.

Está en el marco de la invención que el elemento radioactivo es un elemento de combustión con una pieza de cabeza y con barras de combustión dispuestas debajo de la pieza de cabeza y que está presente un primer espacio libre axial en el estado de instalación vertical del contenedor entre la pieza de cabeza y la tapa del contenedor. Al espacio libre axial en el estado de instalación vertical está asociada una distancia axial  $f$  correspondiente entre la pieza de cabeza y la tapa del contenedor. En el caso de una caída libre del contenedor con impacto sobre el lado superior del contenedor o bien sobre la tapa del contenedor, el elemento de combustión puede impactar con su pieza de cabeza con retardo sobre el lado interior de la tapa del contenedor y cargar en una medida considerable el sistema de tapa del contenedor. Pero este impacto retardado se puede evitar a través de una medida preferida de acuerdo con la invención, que se explica todavía en detalle más adelante.

Está, además, en el marco de la invención, que esté presente un segundo espacio libre axial en el estado de instalación vertical del contenedor entre las barras de combustión y las piezas de cabeza. A este espacio libre axial está asociada una distancia axial  $a$  correspondiente entre el lado superior de la barra de combustión y la pieza de cabeza. Las barras de combustión forman una parte del elemento radioactivo (elemento de combustión). El segundo espacio libre axial, que está dispuesto naturalmente también entre las partes del elemento radioactivo (barras de combustión) y la tapa del contenedor, se encuentra, por lo tanto, entre las barras de combustión y las piezas de cabeza del elemento de combustión. El primer espacio libre axial reivindicado en la reivindicación 1 de la patente y el segundo espacio libre axial se suman, por lo tanto, por decirlo así, para formar el espacio libre axial total, que se extiende entre las barras de combustión (partes del elemento radioactivo) y la tapa del contenedor. Se da la máxima importancia al segundo espacio libre axial con respecto a la solución del problema de acuerdo con la invención. Como ya se ha representado anteriormente, la masa de todas las barras de combustión representa aproximadamente el 90% de la masa de un elemento de combustión. En el caso de una caída libre con impacto sobre el lado superior o bien sobre la tapa del contenedor, las barras de combustión impactan con retardo sobre la pieza de cabeza y de ello resulta una carga muy considerable del sistema de tapa. A través de la deformación plástica del amortiguador de impacto según la invención se puede compensar o bien absorber efectivamente en particular este impacto de las barras de combustión, de manera que la carga de la tapa del contenedor o bien del sistema de tapa no es ya crítica.

Está en el marco de la invención que el amortiguador de impacto esté dispuesto entre la pieza de cabeza de un elemento de combustión y la tapa del contenedor. En un contenedor de acuerdo con la invención, en general, están alojados una pluralidad de elementos de combustión. De una manera más conveniente entonces, respectivamente,

un amortiguador de impacto está dispuesto entre cada pieza de cabeza de un elemento de combustión y la tapa del contenedor. Está en el marco de la invención que el amortiguador de impacto esté adaptado a la geometría del elemento radioactivo, especialmente a la geometría de la pieza de cabeza de un elemento de combustión. De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida de la invención, el amortiguador de impacto incide en un espacio libre o bien en una escotadura del elemento radioactivo, especialmente en una escotadura de la pieza de cabeza. Pero, a la inversa, también el elemento radioactivo o bien una parte superior o bien la pieza de cabeza del elemento radioactivo encajan en el amortiguador de impacto. Una pieza de cabeza de un elemento de combustión de reactores de agua a presión (DWR-BE) presenta una escotadura central, en la que el amortiguador de impacto encaja de acuerdo con una forma de realización muy preferida. La cabeza de un elemento de combustión de un reactor de agua hirviendo (SWR-BE) está equipada, en general, con una abrazadera superior. De una manera preferida, el amortiguador de impacto presenta una ranura para el alojamiento de esta abrazadera. Está también en el marco de la invención que estén previstos dos amortiguadores de impacto adyacentes más pequeños, en cuyo centro es recibida la abrazadera de un elemento de combustión de reactor de agua hirviendo.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el amortiguador de impacto está fijado o bien retenido en la tapa del contenedor. Para esta fijación del amortiguador de impacto existen, en principio diferentes posibilidades. El amortiguador de impacto puede estar enroscado, por ejemplo, en la tapa del contenedor o puede estar conectado a través de una conexión de bulón con la tapa del contenedor. De acuerdo con otra forma de realización de la invención, el amortiguador de impacto puede estar dispuesto también suelto entre el elemento radioactivo y la tapa del contenedor. De acuerdo con otra forma de realización, el amortiguador de impacto está fijado en el elemento radioactivo o bien en el elemento de combustión. Una forma de realización especialmente preferida se caracteriza en este contexto porque el amortiguador de impacto está conectado en barras de absorción dispuestas en los tubos de guía de las barras de control de un elemento de combustión.

Una forma de realización muy preferida de la invención se caracteriza porque el amortiguador de impacto está configurado como elemento hueco, en el que el amortiguador de impacto presenta paredes laterales que delimitan una cavidad así como una pared de fondo. Con preferencia, en este caso, la pared del fondo está orientada en el lado de la tapa del contenedor y de una manera más conveniente la pared de fondo del elemento hueco se apoya en la tapa del contenedor o esta pared de fondo está fijada en la tapa del contenedor. Está en el marco de la invención que el elemento hueco esté configurado abierto hacia el elemento radioactivo o bien hacia el elemento de combustión. De acuerdo con una forma de realización especial de la invención, el amortiguador de impacto realizado como elemento hueco puede estar relleno con materiales de amortiguación de impactos. En este caso, se puede tratar especialmente de elementos espumosos, de manera que de acuerdo con una forma de realización preferida, se utilizan espumas de poros cerrados. Está en el marco de la invención emplear espumas metálicas encapsuladas para el amortiguador de impacto.

De acuerdo con una forma de realización muy preferida, que adquiere una importancia muy especial en el marco de la invención, el amortiguador de impacto está configurado como cilindro hueco. De una manera más conveniente, el cilindro hueco presenta en este caso un fondo cilíndrico y una envolvente cilíndrica, pero ninguna tapa cilíndrica. El fondo cilíndrico está orientado con preferencia hacia la tapa del contenedor y de acuerdo con una forma de realización, está fijado en la tapa del contenedor. El cilindro hueco sin tapa cilíndrica está abierto entonces con preferencia hacia el elemento radioactivo o bien en el lado del elemento de combustión. De acuerdo con otra forma de realización de la invención, como amortiguador de impacto se puede emplear un elemento macizo, por ejemplo un cuerpo metálico macizo sin cavidad.

Cuando de acuerdo con una forma de realización preferida de la invención se emplea un cilindro hueco como amortiguador de impacto, entonces se adaptan las dimensiones del cilindro hueco a los elementos radioactivos habituales o bien a los elementos de combustión habituales, especialmente a elementos de combustión de reacciones de agua a presión. De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida de la invención, la longitud axial del cilindro hueco tiene entre 100 y 300 mm, con preferencia entre 170 y 270 mm. De una manera más conveniente, el diámetro exterior del cilindro hueco tiene entre 50 y 150 mm, con preferencia entre 50 y 100 mm y el diámetro interior del cilindro hueco tiene con preferencia entre 20 y 115 mm, de una manera preferida entre 25 y 85 mm. Está en el marco de la invención que el espesor de pared del cilindro hueco 3 tiene entre 3 y 40 mm, con preferencia entre 5 y 30 mm, de una manera preferida entre 5 y 20 mm y de una manera muy preferida entre 5 y 15 mm. Este espesor de pared o bien grosor de pared se refiere en este caso especialmente al espesor de pared de la envolvente del cilindro hueco. De acuerdo con un ejemplo de realización, el cilindro hueco tiene una longitud de 230 mm, un diámetro exterior de 75 mm, un diámetro interior de 55 mm y un espesor de pared (de la envolvente del cilindro hueco) de 10 mm.

Está en el marco de la invención que el amortiguador de impacto esté constituido de un metal, con preferencia de un metal ligero o de una aleación de metal ligero y de una manera muy preferida de aluminio o de una aleación de aluminio. De una manera más conveniente, en el material seleccionado para el amortiguador de impacto se trata de un material resistente a la corrosión y resistente al agua. De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida de la invención, se emplea un amortiguador de impacto en forma de un cilindro hueco de un metal, con preferencia de un metal ligero o de una aleación de metal ligero y de una manera muy preferida de aluminio o de una aleación de aluminio.

De acuerdo con la invención, el amortiguador de impacto interior está instalado con la salvedad de que en el caso de un impacto del contenedor sobre la tapa del contenedor (o bien sobre el lado superior del contenedor), la deformación plástica del amortiguador de impacto interior predomina frente a la deformación elástica del amortiguador de

impacto interior. Está en el marco de la invención que la deformación elástica del amortiguador de impacto interior sea insignificante. Que el amortiguador de impacto interior está instalado con la salvedad de que se consigue la deformación plástica significa en el marco de la invención especialmente que el material, las dimensiones y los espesores de pared del amortiguador de impacto están ajustados de una manera correspondiente.

5

Al movimiento de caída de los componentes que impactan, en caso de caída libre del contenedor, con retraso sobre la tapa del contenedor (elementos de combustión o bien barras de combustión) se puede asignar una energía cinética. De acuerdo con la invención, gran parte de esta energía cinética se convierte en energía de deformación plástica. Con otras palabras, la porción de la energía cinética, que se convierte en energía de deformación plástica es mayor o bien esencialmente mayor que la porción de la energía cinética que se convierte en los tipos de energía asociados a una deformación elástica (energía potencial y a continuación de nuevo energía cinética). Las manifestaciones anteriores se refieren especialmente a alturas de caída de más de 1 metro y con preferencia a alturas de caída de más de 2 metros. Altura de caída significa aquí la distancia de la tapa del contenedor orientada hacia abajo desde un sustrato o bien desde el suelo. Está en el marco de la invención, que en el caso de una caída libre del contenedor desde una altura de caída de más de 3 metros, la energía cinética, asociada al movimiento de caída de los componentes (elementos de combustión o bien barras de combustión), se convierte al menos hasta el 80% en energía de deformación plástica.

10

De acuerdo con una forma de realización especialmente preferida de la invención, el contenedor de acuerdo con la invención presenta en el lado interior del contenedor en el fondo del contenedor al menos un elemento de resorte, de manera que el elemento de resorte se coloca en el estado de instalación vertical del contenedor, bajo tensión previa a través del peso propio del elemento radioactivo y de manera que el recorrido de tensión previa  $v$  del elemento de resorte generado de esta manera es mayor que la distancia  $f$  del elemento radioactivo con respecto a la tapa del contenedor en el estado de instalación vertical del contenedor. La distancia  $f$  significa aquí especialmente la distancia  $f$  del lado superior o bien del canto superior de la pieza de cabeza de un elemento de combustión con respecto a la tapa del depósito o bien con respecto al amortiguador de impacto dispuesto delante de la tapa del contenedor en el estado de instalación vertical del contenedor.

15

En principio, puede estar dispuesto al menos un elemento de resorte también entre todo el cesto de soporte (para los elementos de combustión) y el fondo del contenedor. Pero de acuerdo con una forma de realización especialmente preferida de la invención, entre el fondo del contenedor y cada elemento radioactivo está previsto un elemento de resorte. Cuando el elemento de resorte se coloca bajo tensión previa de acuerdo con la invención, se reduce su longitud. El elemento de resorte es comprimido, por decirlo así, por lo tanto, bajo el peso propio del elemento radioactivo. El recorrido de la tensión previa del elemento de resorte significa en el marco de la invención el trayecto o bien el recorrido, en el que se comprime el elemento de resorte bajo el peso propio del elemento radioactivo en comparación con el estado distendido del elemento de resorte.

30

De acuerdo con una forma de realización muy preferida de la invención, el elemento de resorte es un muelle helicoidal. El muelle helicoidal está constituido de una manera más conveniente de acero. Pero elemento de resorte significa en el marco de la invención, en principio, cualquier elemento que se puede comprimir bajo el peso propio de un elemento radioactivo o bien se puede colocar bajo tensión, y que muestra durante la descarga una capacidad de recuperación elástica.

35

Está en el marco de la invención que un elemento radioactivo presenta en el lado del fondo del contenedor una escotadura para el alojamiento de al menos una parte de un elemento de resorte. En el contenedor de acuerdo con la invención se encuentran, en general, una pluralidad de elementos radioactivos. De acuerdo con una forma de realización muy preferida de la invención, cada elemento radioactivo presenta una escotadura en el lado del fondo del contenedor para el alojamiento de un elemento de resorte. Cuando en el elemento radioactivo se trata de elementos de combustión, entonces la escotadura en el lado del fondo del contenedor se encuentra en la pieza de la pata de un elemento de combustión. De una manera más conveniente, esta escotadura está configurada de forma cilíndrica. Cuando en los elementos radioactivos se trata de coquillas HAW, la escotadura en el lado del fondo del contenedor está configurada de una manera preferida como escotadura en forma de cazoleta.

45

Está en el marco de la invención que un elemento de resorte está alojado en el estado de instalación vertical del contenedor sobre su longitud totalmente en la escotadura en el lado del fondo del contenedor. La longitud del elemento de resorte significa aquí la dilatación en la dirección longitudinal del contenedor en paralelo a las paredes del contenedor. En la forma de realización preferida mencionada anteriormente de la invención, se lleva a cabo, por lo tanto, un alojamiento completo del elemento de resorte pretensado, o bien de la longitud restante del elemento de resorte pretensado en la escotadura en el lado del fondo del contenedor. Esta forma de realización hace posible que a pesar de la disposición de acuerdo con la invención de elementos de resorte en el fondo del contenedor en comparación con los contenedores conocidos hasta ahora, no es necesaria ninguna prolongación de la construcción del espacio interior del contenedor.

50

Con respecto a la forma de realización preferida con elementos de resorte en el fondo del contenedor, la invención se basa en el reconocimiento de que a través de esta configuración según la invención, se pueden reducir efectivamente las cargas, que resultan, en el caso de caída libre, a partir del impacto retardado de todo el elemento radioactivo o bien del elemento de combustión en conjunto. En efecto, cuando en la caída libre del contenedor, la tapa del contenedor está orientada hacia abajo, entonces un elemento de resorte no se pone ya bajo tensión previa o bien se comprime a través del peso propio del elemento radioactivo. En su lugar, el elemento de resorte presiona entonces el elemento radioactivo

55

o bien el elemento de combustión en la tapa del contenedor, de manera que no puede tener lugar un impacto retardado del elemento radioactivo (en conjunto) sobre la tapa del contenedor. Con otras palabras, no tiene lugar ya un impacto retardado de la pieza de cabeza del elemento de combustión. Esto se puede conseguir efectivamente de una manera sorprendente con los elementos de resorte según la invención. No obstante, con estos elementos de resorte no se puede evitar el impacto retardado de partes en el interior del elemento radioactivo, especialmente el impacto retardado de barras de combustión sobre la pieza de cabeza de un elemento de combustión. Pero para la absorción de esta carga sirve el amortiguador de impacto interior según la invención. La invención se basa en este contexto en el reconocimiento de que el amortiguador de impacto interior según la invención puede reducir o bien minimizar de una manera sorprendentemente efectiva esta carga, que resulta a partir del impacto retardado de partes del elemento radioactivo. En este contexto es especialmente importante que la realización de un amortiguador de impacto interior de este tipo está unida solamente con un gasto reducido y que especialmente contenedores ya existentes se pueden reequipar sin problemas con tales amortiguadores de impacto. También la fabricación de los amortiguadores de impacto interiores es sencilla, tiene poco gasto y especialmente es poco costosa. Cuando los amortiguadores de impacto están fijados ya, por ejemplo, en la tapa del contenedor, es posible un montaje muy sencillo durante el cierre del contenedor con la tapa del contenedor. El amortiguador de impacto interior se puede configurar, además, de tal forma que se puede disponer en espacios libres existentes del contenedor, por ejemplo en los espacios libres existentes de la pieza de cabeza de un elemento de combustión. En este contexto es especialmente ventajoso que para el amortiguador de impacto interior no es necesario ningún incremento de la longitud del contenedor o bien de la altura del contenedor. En general, la invención se caracteriza por la simplicidad y el gasto reducido y, a pesar de todo, proporciona ventajas sorprendentes considerables.

A continuación se explica en detalle la invención con la ayuda de un dibujo que representa solamente un ejemplo de realización. Se muestra lo siguiente en representación esquemática:

La figura 1 muestra una sección a través de una parte de la zona superior de un contenedor de transporte y/o de almacenamiento según la invención.

La figura 2 muestra el objeto según la figura 1 en representación en perspectiva (sin tapa del contenedor).

La figura 3 muestra una sección esquemática a través de un contenedor según la invención en el estado de instalación vertical con el elemento de resorte no cargado.

La figura 4 muestra el objeto según la figura 3 con el elemento de resorte cargados o bien pretensado.

La figura 5 muestra el objeto según las figuras 3 y 4, respectivamente, en orientación inversa en caso de caída libre, y

La figura 6 muestra el fragmento A ampliado de la figura 5 en detalle.

Las figuras muestran un contenedor de transporte y/o de almacenamiento según la invención con un espacio de alojamiento 1 para el alojamiento de elementos radioactivos. En los elementos radioactivos se trata, en el ejemplo de realización según las figuras, de elementos de combustión 2 de un reactor de agua a presión (DWR-BE). El contenedor presenta un fondo de contenedor 3, una envoltura de contenedor 4 y una tapa de contenedor 5 adyacente al espacio de alojamiento 1 para los elementos de combustión 2. En la tapa del contenedor 5 se puede tratar, en el ejemplo de realización, de una tapa primaria, que está inmediatamente adyacente al espacio de alojamiento 1. Está en el marco de la invención que, además de la tapa primaria, esté prevista otra tapa secundaria no representada en las figuras.

Entre un elemento de combustión 2 o una parte de un elemento de combustión 2 y la tapa del contenedor 5 está presente un espacio libre axial en el estado de instalación vertical del contenedor (figuras 1 a 4). Entre el elemento de combustión 2 y la tapa del contenedor 5 está dispuesto un amortiguador de impacto 8 deformable plásticamente. Un elemento de combustión 2 presenta una pieza de cabeza 9 y unas barras de combustión 10 dispuestas debajo de la pieza de cabeza 9 (figuras 1, 2 y 6). En el estado de instalación vertical del contenedor (figuras 1 a 4), entre la pieza de cabeza 9 y la tapa del contenedor 5 está dispuesto un primer espacio axial con una primera distancia axial f. Como se puede reconocer en la figura 1, se mide la distancia f aquí entre la pieza de cabeza 9 y el amortiguador de impacto 8. El amortiguador de impacto 8 fijado en la tapa del contenedor 5 se retiene, por lo tanto, por decirlo así, como componente de la tapa del contenedor 5.

Además, en las figuras 1 y 2 se puede reconocer que en el estado de instalación vertical del contenedor está previsto un segundo espacio libre axial con una segunda distancia axial 'a' entre las barras de combustión 10 y la pieza de cabeza 9. Este segundo espacio libre axial está atravesado por los tubos de conducción de barras de control 11 del elemento de combustión 2 dispuestos entre las barras de combustión 10.

Como se ha representado ya anteriormente, el amortiguador de impacto 8 está fijado, en el ejemplo de realización según las figuras, en la tapa del contenedor 5. El amortiguador de impacto 8 está configurado de una manera preferida y en el ejemplo de realización como cilindro hueco y está constituido de una manera más conveniente de un metal ligero o de una aleación de metal ligero. El amortiguador de impacto 8 está constituido con preferencia y en el ejemplo de realización de aluminio o de una aleación de aluminio. En el caso de un impacto del contenedor como consecuencia de la caída libre sobre el lado superior del contenedor o bien sobre la tapa del contenedor 5, especialmente las barras

## ES 2 321 609 T3

de combustión 10 de los elementos de combustión 2 impactan con retardo sobre la pieza de cabeza 9 y de esta manera se cargaría la tapa del contenedor 5 en gran medida. En virtud del amortiguador de impacto 8 de acuerdo con la invención, se puede reducir o bien minimizar la carga de la tapa del contenedor 5. En el caso del impacto descrito, se deforma elásticamente el amortiguador de impacto 8 según la invención.

En la figura 1 se representa el contenedor en el estado de instalación vertical, en el que está presente la distancia  $f$  entre la pieza de cabeza 9 y el amortiguador de impacto 8. La figura 4 muestra el estado funcional de acuerdo con la figura 1 en todo el contenedor, en la que no se ha representado aquí, para simplificar, el amortiguador de impacto 8 y tampoco se han representado los elementos individuales del elemento de combustión 2. Especialmente las figuras 3 a 5 muestran una forma de realización muy preferida de la invención. En estas figuras se puede reconocer que entre el fondo del contenedor 3 y el elemento de combustión 2 está presente un elemento de resorte 6, que está configurado con preferencia como muelle helicoidal. La figura 3 muestra el elemento de resorte 6 en el estado no cargado, en el que el elemento de combustión 2 se introduce precisamente en el espacio de alojamiento 1 del contenedor. En el estado no cargado, el elemento de resorte 6 presenta una longitud  $l$ .

La figura 4 muestra el estado (que corresponde a la figura 1), en el que el elemento de resorte 6 está colocado bajo tensión previa a través del peso propio del elemento de combustión 2. El elemento de resorte 6 ha sido comprimido aquí en comparación con una longitud  $l$  original en el estado no cargado en la medida del recorrido de tensión previa  $v$ . En la figura 4 se puede reconocer, además, que el recorrido de tensión previa  $v$  generado del elemento de resorte 6 es mayor que la distancia  $f$  del elemento de combustión 2 con respecto a la tapa del contenedor 5 (o bien el amortiguador de impacto 8) en el estado de instalación vertical del contenedor.

Las figuras 3 a 5 muestran que el elemento de combustión 2 presenta en el lado del fondo del contenedor una escotadura 7 para el alojamiento del elemento de resorte 6. La escotadura 7 está prevista aquí en la pieza de pata del elemento de combustión 2. En la figura 4 se puede reconocer que el elemento de resorte está alojado con preferencia y en el ejemplo de realización en el estado de instalación vertical del contenedor o bien en su estado pretensado sobre su longitud totalmente en la escotadura 7 del lado del fondo del contenedor del elemento radioactivo 2.

La figura 5 muestra el contenedor en orientación invertida en el caso de caída libre con impacto siguiente en la tapa del contenedor 5. Este estado funcional se representan en detalle, según el fragmento A, también en la figura 6. Aquí el elemento de resorte 6 pretensado presiona el elemento de combustión 2 contra la tapa del contenedor 5 o bien la pieza de cabeza 9 del elemento de combustión 2 es presionada contra el amortiguador de impacto 8 que se apoya en la tapa del contenedor 5. De esta manera, en la fase de la caída libre no se puede formar ninguna distancia entre el elemento de combustión 2 y la tapa del contenedor 5, que conduciría a un impacto retardado de todo el elemento de combustión 2 y, por lo tanto, a una carga correspondiente de la tapa del contenedor 5. En virtud de esta medida preferida, se protege ya o bien se cuida la tapa del contenedor 5 durante el impacto.

Pero se consigue otro cuidado muy efectivo de la tapa del contenedor 5 a través del amortiguador de impacto 8 de acuerdo con la invención. Como ya se ha representado anteriormente, en el estado funcional según la figura 6, todo el elemento de combustión 2 es presionado con su pieza de cabeza 9 con la ayuda del elemento de resorte 6 contra el amortiguador de impacto 8, de manera que no se puede producir ya un impacto retardado de los elementos de combustión 2. En la figura 6 se representan las barras de combustión 10 todavía en su posición original. Pero en el caso de un impacto del contenedor, se produce un impacto retardado de las barras de combustión 10 sobre la pieza de cabeza 9. Este impacto es transmitido, por decirlo así, sobre el amortiguador de impacto 8, que se deforma plásticamente de acuerdo con la invención. En virtud de esta deformación plástica del amortiguador de impacto 8 se impide efectivamente una carga alta de la tapa del contenedor 5. Puesto que las barras de combustión 10 representan la gran parte de la masa del elemento de combustión 2, esta absorción de la energía cinética de las barras de combustión 10 tiene una importancia considerable.

# REIVINDICACIONES

5 1. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento con al menos un elemento radioactivo, que es un elemento de combustión (2) con una pieza de cabeza (9) y con barras de combustión (10) dispuestas debajo de la pieza de cabeza (9), con envoltorio del contenedor (4), fondo del contenedor (3) y con al menos una tapa del contenedor (5),

10 en el que un primer espacio libre axial está dispuesto, en la posición de instalación vertical del contenedor, entre la pieza de cabeza (9) y la tapa del contenedor (5) y un segundo espacio libre axial está dispuesto, en el estado de instalación vertical del contenedor, entre las barras de combustión (10) y la pieza de cabeza (9),

y en el que entre la pieza de cabeza de un elemento de combustión y la tapa del contenedor está dispuesto al menos un amortiguador de impacto (8) deformable plásticamente.

15 2. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el amortiguador de impacto (8) está fijado en la tapa del contenedor (5).

20 3. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el amortiguador de impacto (8) está configurado como elemento hueco, de manera que están presentes paredes laterales que delimitan una cavidad así como una pared de fondo.

4. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el amortiguador de impacto (8) está configurado como cilindro hueco.

25 5. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el amortiguador de impacto (8) está constituido de al menos un metal, con preferencia de un metal ligero o de una aleación de metal ligero, con preferencia de aluminio o de una aleación de aluminio.

30 6. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el amortiguador de impacto interior (8) está instalado con la salvedad de que en el caso de un impacto del contenedor sobre la tapa del contenedor (5), la deformación plástica del amortiguador de impacto interior (8) predomina frente a la deformación elástica del amortiguador de impacto interior (8).

35 7. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que en el lado interior del contenedor en el fondo del contenedor (3) está previsto al menos un elemento de resorte (6), de manera que el elemento de resorte (6) se puede colocar, en el estado de instalación vertical del contenedor, bajo tensión previa a través del peso propio del elemento radioactivo y de manera que el recorrido de tensión previa  $v$  del elemento de resorte (6) generado de esta manera es mayor que la distancia  $f$  del elemento radioactivo con respecto a la tapa del contenedor (5) en el estado de instalación vertical del contenedor.

40 8. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el elemento de resorte (6) es un muelle helicoidal.

45 9. Contenedor de transporte y/o de almacenamiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 ó 9, en el que el elemento radioactivo presenta en el lado del fondo del contenedor una escotadura (7) para el alojamiento de al menos una parte del elemento de resorte (6).

50

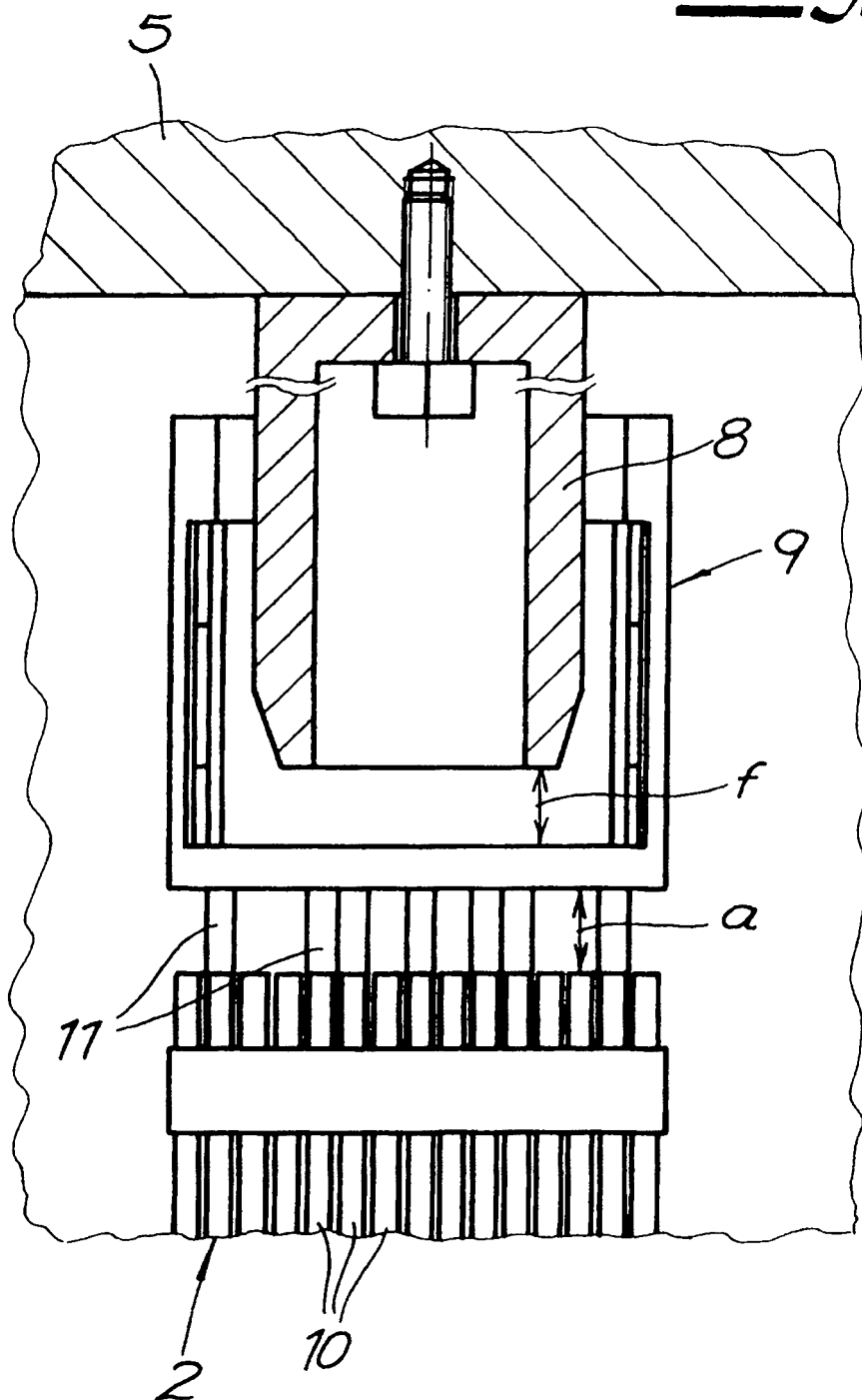
55

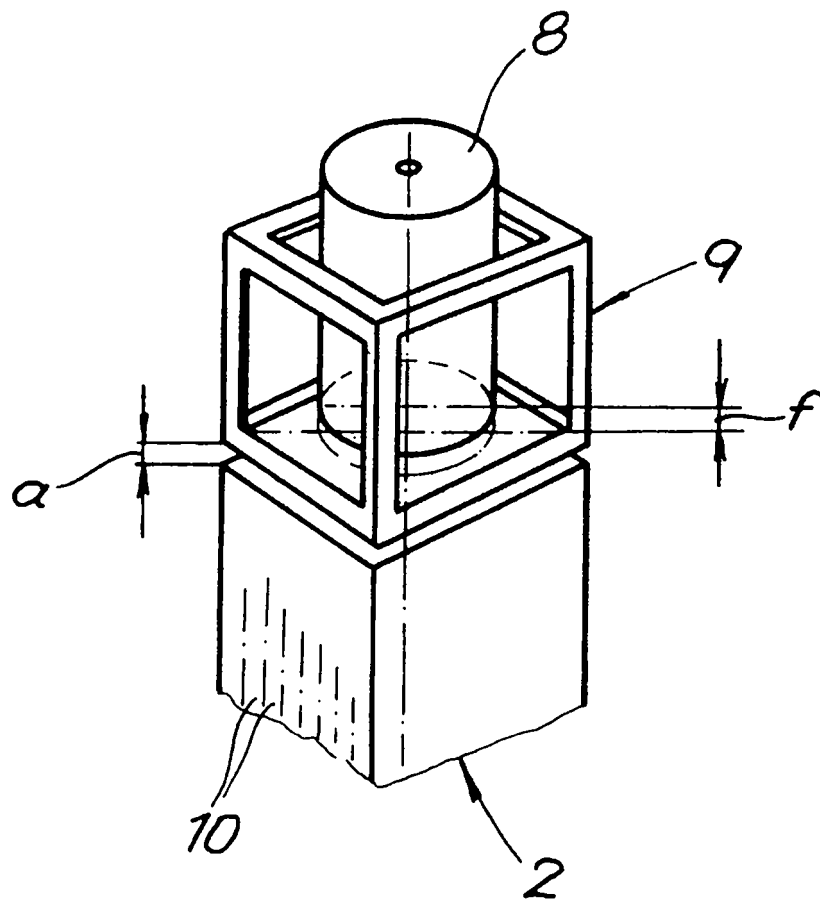
60

65



Fig. 1





**Fig.2**

