

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 441 225**

51 Int. Cl.:

G21F 3/00 (2006.01)

G21F 5/10 (2006.01)

G21F 5/008 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2010 E 10190306 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2013 EP 2320432**

54 Título: **Embalaje para el transporte y/o almacenamiento de materias radiactivas que confiere una transferencia térmica reforzada**

30 Prioridad:

10.11.2009 FR 0957929

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

03.02.2014

73 Titular/es:

**TN INTERNATIONAL (100.0%)
1, rue des Hérons
78182 Montigny Le Bretonneux, FR**

72 Inventor/es:

**BARDON, OLIVIER;
FOUSSARD, GUILLAUME y
KITSOS, STAVROS**

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 441 225 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

Embalaje para el transporte y/o almacenamiento de materias radiactivas que confiere una transferencia térmica reforzada

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al sector del transporte y/o el almacenamiento de materias radiactivas, tales como los conjuntos de combustible nuclear, frescos o irradiados.

10 En particular, la invención se refiere a un embalaje que comprende un dispositivo de protección radiológica dispuesto entre dos anillos concéntricos, que forman barrera contra las radiaciones gamma.

15 **Estado de la técnica anterior**

Convencionalmente, para asegurar el transporte y/o el almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear, se utilizan dispositivos de almacenamiento, asimismo denominados "canasta" o "rejilla" de almacenamiento. Estos dispositivos de almacenamiento, normalmente de forma cilíndrica y de sección sensiblemente circular, disponen de una pluralidad de alojamientos adyacentes, cada uno de ellos apto para recibir un conjunto de combustible nuclear.

20 El dispositivo de almacenamiento está destinado a ser alojado en la cavidad de un embalaje para el transporte y/o el almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear, en el que la materia nuclear está confinada.

25 La cavidad mencionada anteriormente está definida en general por un cuerpo lateral que se extiende según una dirección longitudinal del embalaje, comprendiendo este cuerpo lateral por ejemplo dos anillos metálicos concéntricos que forman conjuntamente un espacio anular en cuyo interior está alojado un dispositivo de protección radiológica, en particular para formar una barrera contra las radiaciones gamma emitidas por los conjuntos de combustible alojados en la cavidad.

30 Convencionalmente, el dispositivo de protección radiológica está realizado con la ayuda de varios elementos prefabricados de plomo o de una de sus aleaciones, repartidos alrededor de la cavidad, en el espacio anular apropiado definido por los dos anillos metálicos.

35 Para hacer esto, cada uno de esos elementos se inserta entre los dos anillos, según una dirección de inserción longitudinal. Así, se debe haber previsto un juego de montaje para permitir tal inserción, teniendo este juego como consecuencia una discontinuidad de la materia en el cuerpo lateral del embalaje, según la dirección radial en la que están dispuestos sucesivamente el anillo interior, los elementos de protección radiológica, y el anillo exterior. La discontinuidad de materia observada tiene por efecto una disminución considerable de la conductividad térmica del cuerpo lateral del embalaje, lo que implica una baja capacidad de este último para evacuar el calor producido por los conjuntos de combustible.

40 Para minimizar el impacto negativo de las discontinuidades de la materia, se pueden reducir los juegos entre los elementos de protección radiológica y los anillos disminuyendo las tolerancias de fabricación, pero esto resulta ser no obstante muy costoso, y no permite en modo alguno suprimir las discontinuidades de materia.

45 Se pueden emplear otros medios para atenuar la pérdida de eficacia térmica, como el hecho de prever inyectar helio en los espacios vacíos. Sin embargo, esta técnica conlleva un coste y plantea serios problemas de aprovechamiento del embalaje.

50 Otra solución consiste en separar la función de protección radiológica de la función de conducción térmica, lográndose entonces esto último con la ayuda de elementos adicionales de tipo aletas que unen los dos anillos, dispuestos en alternancia con los elementos de protección radiológica en el espacio anular. Sin embargo, esto complica de antemano la concepción del embalaje, y necesita por otra parte la utilización de técnicas particulares para asegurarse de que las aletas se encuentran en un buen contacto con cada uno de los dos anillos del cuerpo lateral.

55 Los documentos US 5641970 y JP 2008076408 divulgan ejemplos de embalajes para el transporte y/o el almacenamiento de materias radiactivas según la técnica anterior.

60 **Exposición de la invención**

La invención tiene así por objeto subsanar, al menos parcialmente, los inconvenientes mencionados en lo que antecede, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

65 Para lograrlo, la invención tiene por objeto un embalaje para el transporte y/o el almacenamiento de materias radiactivas, comprendiendo el citado embalaje un cuerpo lateral que se extiende alrededor de un eje longitudinal de dicho embalaje, formando el citado cuerpo lateral una cavidad de alojamiento de las materias radiactivas y

comprendiendo un anillo metálico interior y un anillo metálico exterior, siendo los dos anillos concéntricos y formando conjuntamente un espacio anular en cuyo interior se aloja un dispositivo de protección radiológica que forma barrera contra las radiaciones gamma, comprendiendo el citado dispositivo de protección radiológica al menos un primer y un segundo elementos metálicos de protección radiológica adyacentes según una dirección circunferencial del embalaje.

Según la invención, el primer elemento está apoyado contra el anillo exterior y a una distancia del citado anillo interior, mientras que el citado segundo elemento está apoyado contra el anillo interior y a una distancia del citado anillo exterior. Además, los citados primer y segundo elementos están en contacto uno con otro según una interfaz que adopta, en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal y que atraviesa esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad, un ángulo agudo (A).

La invención ofrece así una concepción ingeniosa que permite a los elementos de protección radiológica conducir el calor de manera satisfactoria entre los dos anillos. En efecto, el calor es conducido de manera continua inicialmente entre el anillo interior y el segundo elemento de protección radiológica, por medio del contacto entre estas piezas, y después a través de la interfaz entre el primer y el segundo elementos, y por último entre el primer elemento de protección radiológica y el anillo exterior, siempre en función del contacto previsto entre estas piezas.

Así, la geometría y la disposición particulares de los elementos de protección radiológica permiten conferir al cuerpo lateral de embalaje una conductividad térmica satisfactoria. La presencia de helio o de aletas de conducción térmica no resulta por tanto necesaria, lo que permite presentar un embalaje de concepción y fabricación simplificados.

Además, el primer y el segundo elementos de protección radiológica no están destinados, como en la técnica anterior, a aproximarse lo máximo posible a cada uno de los anillos, sino que cada uno está solamente en contacto con uno y a distancia del otro de los dos anillos, con lo que las tolerancias de fabricación de estos elementos pueden ser incrementadas. El resultado es, ventajosamente, una reducción de costes importante.

Por último, gracias a la inclinación de la interfaz mencionada en lo que antecede, el esfuerzo de contacto que se observa entre los dos elementos, a nivel de esta interfaz, limita radialmente cada uno de estos dos elementos contra su anillo asociado. Así, con esta concepción, es posible acentuar la intensidad de contacto entre los elementos de protección radiológica y su anillo asociado, simplemente apretando con anterioridad estos elementos según la dirección circunferencial, con el fin de obtener un desplazamiento relativo del primero con respecto al segundo elemento, según la dirección radial. Este apriete puede ser realizado, por ejemplo, durante la fabricación del embalaje, con la ayuda de medios de apriete alojados en el espacio anular. El aumento de la intensidad de estos contactos es ventajoso en el sentido de que asegura una mejor conducción térmica. A este respecto, se aprecia que uno u otro de los elementos de protección radiológica, pueden estar revestidos de una capa conductora del calor a nivel de la interfaz de contacto, con el fin de mejorar aún más de antemano la conducción térmica entre estos elementos. Esta capa es, con preferencia, de poco espesor, y deformable, realizada por ejemplo en plomo o en una de sus aleaciones. Naturalmente, esta solución de capa conductora de calor puede ser adoptada igualmente a nivel de los contactos entre elementos de protección radiológica y los anillos.

Con preferencia, el citado ángulo (A) está comprendido entre 30 y 60° y, de manera más preferente, está próximo a 45°. Las interfaces así inclinadas permiten una aplicación radial satisfactoria de los elementos de protección radiológica, cuando éstos están limitados circunferencialmente.

Con preferencia, la citada interfaz es plana.

Con preferencia, el embalaje comprende al menos un primer elemento metálico de protección radiológica así como dos segundos elementos metálicos de protección radiológica dispuestos a una y otra parte de dicho primer elemento según la dirección circunferencial, estando el citado primer elemento en contacto con cada uno de los dos segundos elementos según respectivamente dos interfaces que adoptan cada una de ellas, en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal y que atraviesa esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad, un ángulo agudo (A), estando los dos segmentos de rectas respectivamente soportados por rectas que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el exterior y se cortan entre las dos rectas radiales.

En esta configuración, el primer elemento está solicitado por los dos segundos elementos, que participan conjuntamente para su aplicación contra el anillo exterior. Además, este elemento participa en sí mismo en la aplicación de los dos segundos elementos contra el anillo interior.

De manera evidente, se puede adoptar un ángulo de inclinación diferente para las dos interfaces, incluso aunque los dos ángulos sean preferentemente iguales.

De manera análoga, el embalaje comprende al menos, con preferencia, un segundo elemento metálico de protección radiológica, así como dos primeros elementos metálicos de protección radiológica dispuestos a una y otra parte de dicho segundo elemento según la dirección circunferencial, estando el citado segundo elemento en

5 contacto con cada uno de los dos primeros elementos según respectivamente dos interfaces que adoptan, cada una de ellas, en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal y que atraviesa la citada interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad, un ángulo agudo (A), estando los dos segmentos de rectas respectivamente soportados por rectas que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el exterior, y que se cortan entre las dos rectas radiales.

10 Con preferencia, se prevé una pluralidad de primeros y segundos elementos dispuestos en alternancia según la dirección circunferencial, y que cooperan de la manera citada anteriormente, es decir, que cada uno de ellos está solicitado por sus dos elementos adyacentes, que participan conjuntamente en su aplicación contra su anillo asociado.

15 Con preferencia, cada primer elemento de protección radiológica presenta un corte, según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal, que de manera global adopta la forma de un trapecio cuya base mayor apoya contra el anillo exterior y la base menor está a distancia del anillo interior, presentando cada segundo elemento de protección radiológica un corte, según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal, con la forma global de un trapecio cuya base mayor apoya contra el anillo interior y cuya base menor está a distancia del anillo exterior, y las caras de los primeros y segundos elementos que definen los lados de los trapecios están en contacto dos a dos, con el fin de formar las citadas interfaces.

20 Sin embargo, se podrían prever formas distintas a las de un trapecio, debiendo precisarse a este respecto que los primeros elementos podrían adoptar una forma diferente a la de los segundos elementos, incluso se podrían adoptar formas diferentes en el seno de los primeros/segundos elementos. A título indicativo, otras formas previstas son por ejemplo el triángulo, o el trapecio truncado a nivel de los dos ángulos entre la base mayor y los lados.

25 Con preferencia, para cada trapecio, la base mayor está interceptada, localmente en su mitad, ortogonalmente por medio de una recta radial.

30 Para facilitar la fabricación y obtener una simetría en la aplicación de los esfuerzos de contacto, cada trapecio es isósceles.

Se aprecia que la base mayor de cada trapecio es con preferencia recta, e incluso de forma más preferible tiene forma de arco de círculo de diámetro idéntico al de la superficie del anillo con el que contacta, con el fin de aumentar la superficie de contacto entre esos dos elementos.

35 Con preferencia, para cada trapecio, la relación de longitudes entre la base mayor y la base menor está comprendida entre 3 y 8. Cuanto más grande es la relación, más eficaz es la transferencia térmica.

40 Según un modo de realización preferida de la invención, cada uno de la citada pluralidad de primeros y segundos elementos se mantiene solamente por contacto en el espacio anular. Esto implica, en particular, que no se ha informado de ningún medio de fijación adicional entre un elemento de protección y su anillo asociado, ni entre dos elementos de protección directamente consecutivos. La concepción permite así a estos elementos mantenerse mutuamente en contacto, con la ayuda igualmente de sus anillos. Esta posibilidad la ofrecen igualmente elementos de protección de forma distinta a la de un trapecio.

45 El embalaje puede comprender también medios de apriete alojados en el citado espacio anular, que permitan limitar la citada pluralidad de primeros y de segundos elementos según la dirección circunferencial, y provocar de ese modo la aplicación de estos elementos radialmente contra su anillo asociado.

50 Con preferencia, cada uno de la pluralidad de primeros y segundos elementos adopta la forma de un prisma trapezoidal.

55 Según otro modo de realización preferida de la invención, cada uno de la citada pluralidad de primeros elementos o cada uno de la citada pluralidad de segundos elementos está montado fijamente en su anillo, por ejemplo mediante espárragos/tuercas o con medios equivalentes, y cada uno de la pluralidad de los otros elementos se mantiene solamente por medio de contactos en el espacio anular, entre los dos elementos adyacentes fijados a su anillo.

60 Para facilitar el montaje de un embalaje de ese tipo, cada uno de la citada pluralidad de elementos montados fijamente en su anillo asociado presenta una sección que se reduce en un sentido dado de la dirección longitudinal del embalaje, y cada uno de la pluralidad de los otros elementos presenta una sección que aumenta en el citado sentido dado de la dirección longitudinal. En este caso, la intensidad de los contactos es por tanto dependiente de la posición relativa longitudinal entre los elementos. Por consiguiente, durante la inserción de uno de los elementos de protección por deslizamiento longitudinal entre sus dos elementos de protección fijos asociados, los contactos entre los elementos, una vez establecidos, tienen una intensidad que aumenta a medida que avanza la inserción.

65 Por último, la invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de fabricación de un embalaje tal como el que se ha descrito con anterioridad, en el que se inserta cada primer y segundo elementos metálicos de protección

radiológica en el citado espacio anular, y después se realiza un apriete que permite limitar esos elementos según la dirección circunferencial.

5 Otras ventajas y características de la invención se pondrán de relieve en la descripción detallada no limitativa que sigue.

Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se va a realizar con relación a los dibujos anexos, en los que:

- 10 - la figura 1 representa una vista esquemática de un contenedor para el transporte y/o el almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear, que comprende un embalaje según un primer modo de realización preferida de la presente invención, sólo representado toscamente;
- 15 - la figura 2 representa una vista más detallada, en corte transversal, de una parte del embalaje, tomada a lo largo de la línea II-II de la figura 1;
- 20 - la figura 3 representa una vista similar a la de la figura anterior, en la que se han representado esquemáticamente medios de apriete circunferencial de los elementos de protección radiológica;
- 25 - la figura 4 representa una vista esquemática en corte transversal que muestra un embalaje equipado con varios dispositivos de apriete circunferencial, separados entre sí en el espacio anular entre los anillos del cuerpo lateral de embalaje;
- la figura 5 representa una vista parcial, en perspectiva, que muestra un ejemplo de realización de un dispositivo de apriete circunferencial;
- la figura 6 representa una vista despiezada de la que se muestra en la figura anterior;
- 30 - las figuras 7a y 7b representan vistas en corte tomadas según los planos P1 y P2 de la figura 5, respectivamente;
- la figura 8 representa una vista en perspectiva de un contenedor para el transporte y/o el almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear, que comprende un embalaje según un segundo modo de realización de la presente invención;
- 35 - la figura 9 representa una vista en perspectiva de un primer elemento de protección radiológica y la de un segundo elemento de protección radiológica que equipan el embalaje mostrado en la figura anterior;
- 40 - las figuras 10a y 10b representan vistas en corte tomadas según los planos P3 y P4 de la figura 8, respectivamente; y
- la figura 11 representa una vista similar a la de la figura 2, presentándose el embalaje en forma de un tercer modo de realización preferida de la presente invención.

45 Exposición detallada de modos de realización preferidos

Haciendo en primer lugar referencia a la figura 1, se aprecia un contenedor 1 para el transporte y/o almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear. Se recuerda que la invención no está en modo alguno limitada al transporte/almacenamiento de este tipo de material nuclear.

50 El contenedor 1 comprende globalmente un embalaje 2 objeto de la presente invención, en cuyo interior se encuentra un dispositivo de almacenamiento 4, asimismo denominado canasta de almacenaje. El dispositivo 4 ha sido previsto para ser colocado en una cavidad de alojamiento 6 del embalaje 2, como se muestra esquemáticamente en la figura 1 en la que resulta igualmente posible percibir el eje longitudinal 8 de este embalaje, confundido con los ejes longitudinales del dispositivo de almacenamiento y de la cavidad de alojamiento.

En toda la descripción, el término "longitudinal" debe ser entendido como paralelo al eje longitudinal 8 y a la dirección longitudinal X del embalaje, y el término "circunferencial" debe ser entendido como ortogonal a este mismo eje longitudinal 8, así como a una dirección transversal del embalaje.

60 De manera convencional y a título de recordatorio, se observa que el dispositivo de almacenaje 4 comprende una pluralidad de alojamientos adyacentes dispuestos paralelamente al eje 8, estando cada uno de estos últimos capacitado para recibir al menos un conjunto de combustible de sección cuadrada o rectangular, y con preferencia sólo uno. El contenedor 1 y este dispositivo 4 han sido mostrados en una posición vertical de carga/descarga de los conjuntos de combustible, diferente de la posición habitual/tendida adoptada normalmente durante el transporte de los conjuntos.

De forma general, el embalaje 2 dispone esencialmente de un fondo 10 sobre el que va a reposar el dispositivo 4 en posición vertical, una tapa 12, y un cuerpo lateral 14 que se extiende alrededor de, y según el eje longitudinal 8 de, este cuerpo 14 que define una abertura de embalaje destinada a hacer que penetre la canasta en la cavidad de alojamiento 6, y ser obturada a continuación por medio de la tapa 12.

Este cuerpo lateral 14 es por tanto el que define la cavidad de alojamiento 6, con la ayuda de una superficie interior lateral 16 de forma sensiblemente cilíndrica y de sección circular, y de eje confundido con el eje 8.

El fondo 10, que define el fondo de la cavidad 6 abierta a nivel de la tapa 12, puede estar así realizado en una sola pieza con al menos una parte del cuerpo lateral 14, sin apartarse del marco de la invención.

Haciendo ahora referencia a la figura 2, se puede apreciar de forma detallada una parte del cuerpo lateral 14 que presenta inicialmente dos anillos metálicos concéntricos que forman conjuntamente un espacio anular 18 centrado en el eje longitudinal del embalaje (no visible en esta figura), alojando este espacio 18 un dispositivo de protección radiológica 20 específico de la presente invención. Los anillos 22, 24 son, por ejemplo, de acero.

Este dispositivo de protección 20 está concebido en particular para formar una barrera contra las radiaciones gamma emitidas por los conjuntos de combustible irradiado, alojados en la cavidad 6. Así, éste se encuentra alojado entre el anillo interno 22 cuya superficie interior corresponde con la superficie interior lateral 16 de la cavidad 6, y el anillo externo 24.

Tal y como resulta visible en la figura 2, en este primer modo de realización preferida de la presente invención, el dispositivo de protección 20 comprende una pluralidad de primeros y segundos elementos de protección radiológica, respectivamente referenciados con 30 y 32, que están dispuestos en alternancia según la dirección circunferencial T, asimismo denominada dirección tangencial. El número de estos elementos 30, 32 puede ser de varias decenas.

Los primeros y los segundos elementos 30, 32 son metálicos, con preferencia de bloques de plomo o de fundición, o de alguna de sus aleaciones, permitiendo este tipo de material asegurar a la vez una protección radiológica contra las radiaciones gamma, y una conductividad térmica satisfactoria.

Cada uno de los primeros y segundos elementos 30, 32 presenta una sección sensiblemente trapezoidal que, en este último modo de realización preferida, es preferentemente constante en toda su longitud. En efecto, cada elemento adopta en este caso la forma de un prisma recto de eje paralelo al eje 8, de base trapezoidal, alojado entre los dos anillos 22, 24, y que se extiende longitudinalmente a toda la longitud de la cavidad 6. Además, la sección trapezoidal adopta la forma global de un trapecio isósceles.

En lo que se refiere a cada primer elemento 30, la cara que define la base mayor está apoyada en, y además preferentemente en contacto directo contra, la superficie interior 24a del anillo exterior 24. Este contacto es con preferencia superficial, a través de toda la superficie del prisma que se encuentra frente a la superficie interior 24a. Para ello, la base mayor adopta preferentemente una forma de arco de círculo convexo de diámetro próximo, o idéntico, al de la superficie interior 24a, y con el mismo centro, incluso aunque se podría haber previsto una base mayor recta, sin apartarse del marco de la invención.

Por otra parte, la base menor está a distancia de la superficie exterior 22a del anillo interior 22, pudiendo haberse previsto un juego correspondiente, por ejemplo superior a 5 mm, o incluso mucho mayor. De forma general, el juego radial mencionado anteriormente representa entre 1/30 y 1/10 del espesor radial del espacio 18.

A la inversa, cada segundo elemento 32 tiene su cara de modo que define la base mayor que apoya en, y más preferiblemente en contacto directo con, la superficie exterior 22a del anillo interior 22. Este contacto es preferentemente superficial a través de toda la superficie del prisma que se encuentra frente a la superficie exterior 22a. Para ello, la base mayor adopta en este caso una forma de arco de círculo cóncavo de diámetro próximo, o idéntico, al de la superficie exterior 22a, y con el mismo centro, aunque se podría haber previsto igualmente una base mayor recta.

Por otra parte, la base menor está a distancia de la superficie interior 24a del anillo interior 22, pudiéndose haber previsto en consecuencia un juego, por ejemplo superior a 5 mm, o incluso mucho mayor. En este caso también, el juego radial citado anteriormente representa más en general entre 1/30 y 1/10 del espesor radial del espacio 18.

Las caras de los primeros y los segundos elementos 30, 32 que definen las bases menores de los trapecios pueden representar, en sección transversal, formas diversas, por ejemplo rectas o incluso arcos de círculos.

Las caras de los bloques 30, 32 que definen los lados de los trapecios están en contacto dos a dos, formando interfaces 40 preferentemente planas. De manera más precisa, como muestra la figura 2, cada interfaz de contacto 40 adopta, en corte según cualquier plano ortogonal al eje longitudinal 8 y transversal a esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define, con una recta radial 41 que la atraviesa en su mitad M, un ángulo agudo A. Este

ángulo agudo A, que está por tanto comprendido entre los valores 0° y 90° , excluido el intervalo, está con preferencia comprendido entre 30° y 60° , e incluso más preferentemente es del orden de 45° . El sentido de inclinación del segmento de recta mencionado anteriormente es tal que la recta radial 41 se extiende en principio a través del primer elemento 30 a partir del segmento y avanza radialmente hacia el exterior, y se extiende inicialmente a través del segundo elemento 32 partiendo del segmento y avanzando radialmente hacia el interior. En otros términos, el segmento de recta 40 se extiende radialmente hacia el interior a partir de su mitad, estando decalado circunferencialmente de la recta radial 41 según un sentido de decalaje circunferencial correspondiente al del primer elemento 30 con relación al segundo elemento 32. A título de ejemplo, en la figura 2, el primer elemento 30 más a la izquierda está decalado circunferencialmente del segundo elemento 32 más a la izquierda según el sentido horario. Además, es según este mismo sentido horario en el que está decalada la parte radialmente interior del segmento 40 con relación a la recta radial 41.

A nivel de cada primer elemento 30, las dos interfaces 40 definidas por éste, adoptan cada una de ellas la forma de un segmento de recta inclinado un ángulo agudo A con relación a su recta radial 41 asociada. Además, debido a la sección trapezoidal, estos dos segmentos de recta 40 están respectivamente soportados por dos rectas 40' que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el interior, y que se cortan en un punto I situado entre las dos rectas radiales 41, 41 que atraviesan estos dos mismos segmentos por su mitad. En otros términos, cada segmento 40 forma una parte de la recta 40' que la soporta. De manera análoga, a nivel de cada segundo elemento 32, las dos interfaces 40 definidas por este último adoptan cada una de ellas la forma de un segmento de recta inclinado según el ángulo agudo A con relación a la recta radial 41 asociada. Además, debido también a la sección trapezoidal, estos dos segmentos de recta 40 están respectivamente soportados por dos rectas 40' que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el exterior, y que se cortan en un punto I situado entre las dos rectas radiales 41, 41 que atraviesan estos dos mismos segmentos por su mitad.

Por otra parte, para cada elemento 30, 32, la relación de longitudes entre la base mayor E y la base menor e está comprendida entre 3 y 8.

Con una configuración de este tipo, el calor liberado por los conjuntos es conducido de manera continua entre los dos anillos 22, 24, lo que confiere una conductividad térmica satisfactoria al cuerpo lateral. Como se ha mostrado esquemáticamente mediante las flechas de la figura 2, el calor es conducido inicialmente entre el anillo interior 22 y las caras que definen las bases mayores de los segundos elementos 32, y después por las interfaces de contacto 40 entre los primeros y los segundos elementos 30, 32, y por último entre las caras que definen las bases mayores de los primeros elementos 30 y el anillo exterior 24. Una de las principales ventajas de esta solución reside en la obtención de rutas privilegiadas continuas de conducción térmica entre los dos anillos, con elementos 30, 31 de forma simple, cada uno en contacto con sólo uno de estos dos anillos. Este último punto implica que éstos pueden ser fabricados con tolerancias importantes, disminuyendo su coste de fabricación.

En el primer modo de realización preferido, cada uno de los elementos 30, 32 se mantiene así únicamente por los contactos en el espacio anular 18, estando cada uno de ellos aplicado contra uno de los anillos y contra sus dos elementos de protección adyacentes.

Los elementos 30, 32 pueden ser así insertados longitudinalmente unos tras otros en el espacio 18, siendo a continuación cada elemento puesto en contacto con el último elemento anteriormente insertado, a nivel de una de sus caras laterales que define un lado del trapecio, estando su otra cara lateral destinada a servir de soporte de contacto para el elemento que se va a insertar a continuación.

La pluralidad de elementos 30, 32 puede extenderse de forma continua sobre 360° . Sin embargo, para superar eventuales dificultades de montaje del último elemento de protección radiológica, la citada pluralidad de elementos 30, 32 puede extenderse sensiblemente a menos de 360° con el fin de dejar un sector angular dedicado al emplazamiento de medios de apriete circunferencial en el espacio 18.

A este respecto, un dispositivo de apriete circunferencial 44 ha sido mostrado esquemáticamente en la figura 3, situado entre los dos elementos extremos de la citada pluralidad de elementos que forman un sector angular cercano a 360° . Este dispositivo, que puede presentar cualquier concepción considerada por el experto en la materia, permite restringir los elementos 30, 32 según la dirección circunferencial, según se ha esquematizado mediante las flechas 46. Esta restricción circunferencial de la citada pluralidad de elementos genera, entre cada par de elementos adyacentes 30, 32 cualesquiera, un aumento del esfuerzo de contacto que se ejerce a nivel de las caras que definen los lados de los trapecios, estando este esfuerzo orientado ortogonalmente a la interfaz 40 representado por las flechas 48 en la figura 3.

Gracias a su inclinación con relación a la dirección circunferencial T, el esfuerzo 48 permite restringir cada uno de los dos elementos 30, 32 contra su anillo asociado, como se ha esquematizado por medio de las flechas 50. En otros términos, uno de los dos elementos 30, 32 ejerce sobre el otro un esfuerzo que lo aplica contra su anillo asociado, y a la inversa. De ese modo, es posible incrementar la intensidad de contacto entre los elementos 30, 32 y su anillo asociado realizando un apriete circunferencial con la ayuda del dispositivo 44, generando este apriete, bien entendido, igualmente un aumento de la intensidad de contacto entre las caras laterales de los elementos 30, 32 que

definen los lados de los trapecios. El aumento de la intensidad de estos contactos es ventajoso en el sentido de que asegura una mejor conducción térmica.

5 En otra configuración prevista, mostrada únicamente de forma esquemática en la figura 4, se han previsto varios dispositivos de apriete circunferencial 44, por ejemplo tres dispuestos a 120°. Cualquiera que sea el número de esos dispositivos 44, dos de ellos directamente consecutivos según la dirección circunferencial delimitan entre sí una pluralidad de elementos 30, 32 que restringen circunferencialmente. De ese modo, en el ejemplo mostrado en la figura 4, se han previsto tres conjuntos distintos 52' que forman, cada uno de ellos, una pluralidad de elementos 30, 32 deslizados en el espacio anular 18, así como tres dispositivos de apriete 44 que participan, cada uno de ellos, en la puesta bajo presión circunferencial de dos conjuntos 52' adyacentes.

15 En el caso de que se hayan previsto varios dispositivos de apriete 44 en el espacio anular 18, al menos uno de ellos puede adoptar entonces la forma de un elemento fijado a uno de los anillos 22, 24 de forma idéntica o similar a la de los elementos 30, 32. Incluso aunque este dispositivo no incluya medios que permitan desplegarse circunferencialmente, cumple no obstante una función de apriete en combinación con cada dispositivo de apriete que le sea directamente consecutivo, constituyendo un tope de presión para la pluralidad de elementos a los que esté asociado.

20 Con una configuración de ese tipo, el elemento fijo puede cumplir por otra parte una función de indexación angular de los elementos 30, 32, y sirve también de soporte fijo capaz de mantener en posición el primer elemento 30, 32 después de que haya sido deslizado por el espacio anular 18, durante la fabricación del embalaje.

25 Con referencia a las figuras 5 y 7, se puede apreciar un ejemplo de realización de un dispositivo de apriete circunferencial 44, capaz de desplegarse en esa dirección con el fin de limitar la citada pluralidad de elementos 30, 32. Éste adopta una forma general idéntica, o próxima, a la de los elementos 30, 32 por su forma de sección global trapezoidal isósceles, pero que, al contrario que estos últimos realizados con preferencia en una sola pieza, está concebido a partir de tres piezas distintas. En efecto, éste incluye en principio dos piezas laterales 50 que incluyen, cada una de ellas, una cara destinada a formar uno de los lados del trapecio, estando estas dos caras destinadas a contactar con los dos elementos situados a una y otra parte de este dispositivo 44. A este respecto, si el dispositivo de apriete 44 adopta la forma de un primer elemento 30, contacta entonces con los dos segundos elementos 32 que le son directamente adyacentes en la dirección circunferencial, y a la inversa. Estas piezas 50 son simétricas y definen conjuntamente una cara destinada a formar la base menor del trapecio. Cada una de ellas comprende también una cara destinada a formar una porción de la base mayor del trapecio, estando esta base mayor completada, en su centro, por la base de un elemento de apriete 52 de sección triangular, destinado a ser insertado entre las dos piezas laterales 50. Este elemento de apriete 52 está adelgazado, es decir que presenta una sección triangular que disminuye según la dirección longitudinal X, como es visible en las figuras 7a y 7b. Si la base de este elemento de apriete 52 está previsto que complete la base mayor del trapecio, sus dos caras laterales planas están destinadas a poner bajo presión dos superficies de apoyo planas 54 a distancia y enfrentadas, pertenecientes respectivamente a las dos piezas laterales 50.

40 Además, las inclinaciones de las caras laterales del elemento de apriete 52 y de las superficies de apoyo 54 han sido previstas para obtener simultáneamente dos contactos superficiales, con preferencia contactos planos.

45 El dispositivo 44 funciona de la manera siguiente. En principio, las dos piezas laterales 50 son insertadas en el espacio interior definido por los anillos, entre dos elementos 30, 32. A continuación, se inserta este elemento de apriete 52 que se desliza longitudinalmente entre las dos superficies de apoyo 54, hasta la obtención de los contactos planos. La prosecución del desplazamiento longitudinal del elemento de apriete 52 con relación a las piezas 50, conduce a separarlas entre sí según la dirección circunferencial T, y por lo tanto a restringir en esta misma dirección la pluralidad de elementos de protección radiológica 30, 32, que se aplican a continuación mutuamente contra su anillo asociado, debido al desplazamiento radial relativo entre estos elementos.

Haciendo referencia a las figuras 8 a 10b, se puede apreciar un embalaje 2 según un segundo modo de realización preferida de la invención.

55 Éste se distingue en primer lugar del primero por el hecho de que los segundos elementos 32 no están únicamente en contacto con el anillo interior 22, sino montados de forma fija sobre el mismo, por ejemplo mediante espárragos solidarios con el anillo y tuercas (no representadas), o por cualquier otro medio, como la soldadura. Por el contrario, cada primer elemento 30 se mantiene solamente por los contactos en el espacio anular 18, entre sus dos segundos elementos adyacentes 32 fijados al anillo 22, y el anillo exterior 24.

60 Además, otra diferencia reside en el hecho de que los segundos elementos 32 presentan, cada uno de ellos, una sección trapezoidal que disminuye en un sentido dado de la dirección longitudinal X y que, a la inversa, los primeros elementos 30 presentan, cada uno de ellos, una sección trapezoidal que aumenta en el citado sentido dado, siendo éste el más visible en las figuras 10a y 10b.

65 Para asegurar la fabricación del embalaje, cada primer elemento 30 se hace deslizar longitudinalmente entre sus

5 dos segundos elementos fijos 32 asociados, y entre los dos anillos 22, 24, hasta la obtención de dos contactos planos entre las caras laterales de los elementos 30, 32 que definen los lados de los trapecios, y la obtención de un contacto plano entre la cara del elemento 30 que define la base mayor y el anillo exterior. Al igual que en el primer modo de realización preferida, las caras laterales de los elementos 30, 32, que definen los lados de los trapecios, son planas.

La prosecución del desplazamiento longitudinal del primer elemento 30 con relación a los dos elementos 32, contribuye a acentuar la intensidad de los contactos, y por lo tanto a reforzar la conductividad térmica.

10 Para asegurar unos esfuerzos de contacto satisfactorios, por una parte, y obtener un efecto de interferencia del elemento 30 entre los elementos 32 y el anillo exterior, por otra parte, la variación de sección trapezoidal según la dirección longitudinal es tal que las caras laterales de los elementos 30 y 32 son inclinadas con relación al eje longitudinal en un valor comprendido entre 1 y 10°. Por otra parte, se aprecia que solamente el peso propio del elemento 30 puede ser suficiente para obtener los esfuerzos de contacto deseados.

15 Por último, el tercer modo de realización mostrado en la figura 11 se distingue de los anteriores en que los primeros elementos 30 tienen una sección transversal con una forma global de trapecio truncado a nivel de los dos ángulos entre la base mayor y los lados, y en que los segundos elementos 32 tienen una sección transversal con la forma global de un triángulo. Las otras características son idénticas o similares, en particular en lo que se refiere a la inclinación de las interfaces de contacto 40.

20 Bien entendido, diversas modificaciones pueden ser aportadas por el experto en la materia a la invención que se acaba de describir, únicamente a título de ejemplos no limitativos.

REIVINDICACIONES

- 1.- Embalaje (2) para el transporte y/o el almacenamiento de materias radiactivas, comprendiendo el citado embalaje un cuerpo lateral (14) que se extiende alrededor de un eje longitudinal (8) de dicho embalaje, formando el citado cuerpo lateral una cavidad (6) de alojamiento de las materias radiactivas y comprendiendo un anillo metálico interior (22) y un anillo metálico exterior (24), siendo los dos anillos concéntricos y formando conjuntamente un espacio anular (18) en cuyo interior está alojado un dispositivo de protección radiológica (20) que forma una barrera contra las radiaciones gamma, comprendiendo el citado dispositivo de protección radiológica al menos un primer y un segundo elementos metálicos de protección radiológica (30, 32) adyacentes según una dirección circunferencial del embalaje; caracterizado porque el citado primer elemento (30) está apoyado contra el anillo exterior (24) y a una distancia del citado anillo interior (22), mientras que el citado segundo elemento (32) está apoyado contra el anillo interior (22) y a una distancia del citado anillo exterior (24), y porque los citados primer y segundo elementos (30, 32) están en contacto cada uno con el otro según una interfaz (40) que adopta, en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal (8) y que atraviesa esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad, un ángulo agudo (A).
- 2.- Embalaje según la reivindicación 1, caracterizado porque el citado ángulo (A) está comprendido entre 30° y 60°.
- 3.- Embalaje según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, caracterizado porque la citada interfaz (40) es plana.
- 4.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende al menos un primer elemento metálico de protección radiológica (30), así como dos segundos elementos metálicos de protección radiológica (32) dispuestos a una y otra parte de dicho primer elemento (30) según la dirección circunferencial, estando el citado primer elemento (30) en contacto con cada uno de los dos segundos elementos (32) según respectivamente dos interfaces (40) que adoptan, cada una de ellas en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal (8) y que atraviesa esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad, un ángulo agudo (A), estando los dos segmentos de recta respectivamente soportados por dos rectas que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el interior y que se cortan entre las dos rectas radiales.
- 5.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende al menos un segundo elemento metálico de protección radiológica (32) así como dos primeros elementos metálicos de protección radiológica (30) dispuestos a uno y otro lado de dicho segundo elemento (32) según la dirección circunferencial, estando el citado segundo elemento (32) en contacto con cada uno de los dos primeros elementos (30) según respectivamente dos interfaces (40) que adoptan, cada una de ellas en corte según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal (8) y que atraviesa esta interfaz, la forma de un segmento de recta que define con una recta radial que la atraviesa por su mitad un ángulo agudo, estando los dos segmentos de rectas respectivamente soportados por dos rectas que se aproximan entre sí al avanzar radialmente hacia el exterior y que se cortan entre las dos rectas radiales.
- 6.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una pluralidad de primeros y segundos elementos metálicos de protección radiológica (30, 32), dispuestos en alternancia según la dirección circunferencial.
- 7.- Embalaje según la reivindicación 6, caracterizado porque cada primer elemento de protección radiológica (30) presenta un corte, según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal (8), en forma global de trapecio cuya base mayor apoya contra el anillo exterior (24) y cuya base menor está a distancia del anillo interior (22), porque cada segundo elemento de protección radiológica (32) presenta un corte, según un plano cualquiera ortogonal al eje longitudinal (8), en forma global de trapecio cuya base mayor apoya contra el anillo interior (22) y cuya base menor está a distancia del anillo exterior (24), y porque las caras de los primeros y segundos elementos (30, 32) que definen los lados de los trapecios están en contacto dos a dos, de modo que forman las citadas interfaces (40).
- 8.- Embalaje según la reivindicación 7, caracterizado porque en cada trapecio, la base mayor está interceptada, localmente en su mitad, ortogonalmente por una recta radial.
- 9.- Embalaje según la reivindicación 7 o la reivindicación 8, caracterizado porque cada trapecio es isósceles.
- 10.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque la base mayor de cada trapecio es recta o tiene forma de arco de círculo de diámetro idéntico al de la superficie del anillo con la que contacta.
- 11.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque, para cada trapecio, la relación de longitudes entre la base mayor y la base menor está comprendida entre 3 y 8.
- 12.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado porque cada uno de la citada pluralidad de primeros y segundos elementos (30, 32) se mantiene solamente mediante contactos en el espacio

anular (18).

5 13.- Embalaje según la reivindicación 12, caracterizado porque comprende medios de apriete (44) alojados en el citado espacio anular (18), que permiten restringir la citada pluralidad de primeros y segundos elementos según la dirección circunferencial.

14.- Embalaje según la reivindicación 12 o la reivindicación 13, caracterizado porque cada uno de la citada pluralidad de primeros y segundos elementos (30, 32) adopta la forma de un prisma de base trapezoidal.

10 15.- Embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado porque cada uno de la citada pluralidad de primeros elementos (30) o cada uno de la citada pluralidad de segundos elementos (32) está montado fijamente en su anillo (24, 22) asociado, y porque cada uno de la citada pluralidad de otros elementos se mantiene solamente mediante contactos en el espacio anular (18).

15 16.- Embalaje según la reivindicación 15, caracterizado porque cada uno de la pluralidad de elementos (32) montados fijamente en su anillo (22) asociado presenta una sección que disminuye en un sentido dado de la dirección longitudinal (X) del embalaje, y porque cada uno de la pluralidad de otros elementos (32) presenta una sección que aumenta en el citado sentido dado de la dirección longitudinal.

20 17.- Procedimiento de fabricación de un embalaje según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en el que se inserta cada primer y segundo elementos metálicos de protección radiológica en el citado espacio anular, y a continuación se realiza un apriete que permite restringir estos elementos según la dirección longitudinal.

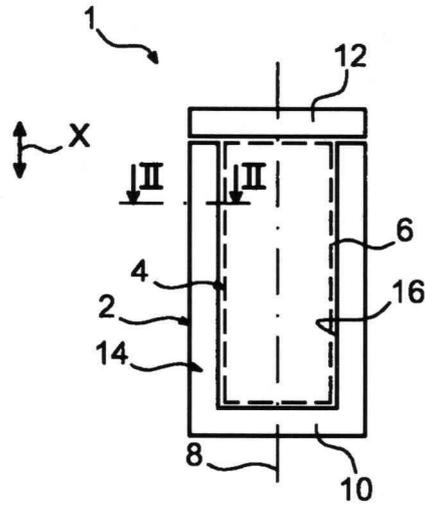


FIG. 1

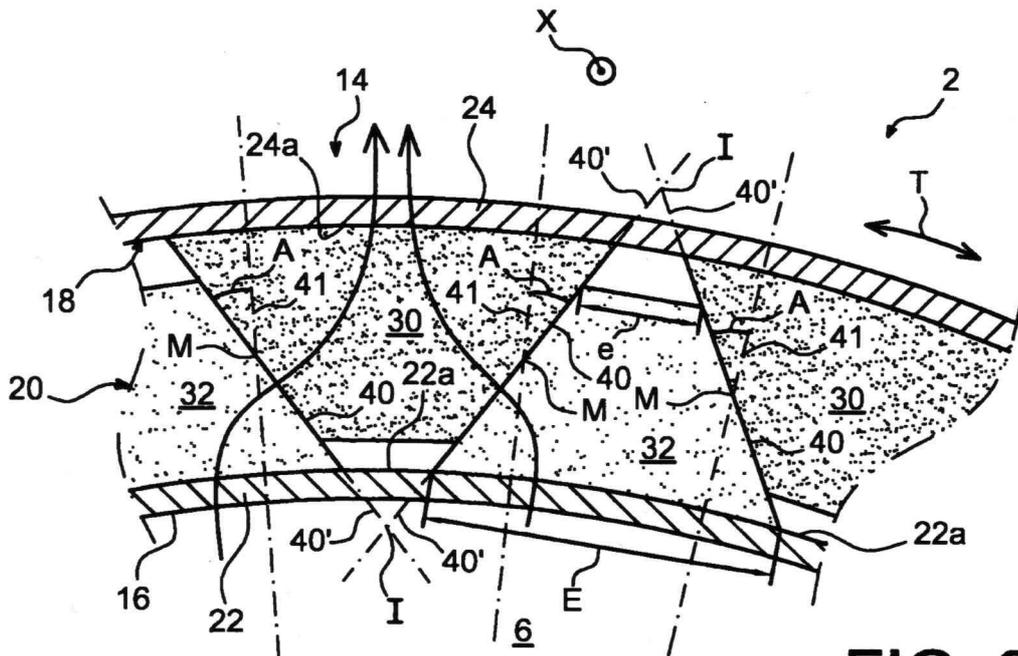


FIG. 2

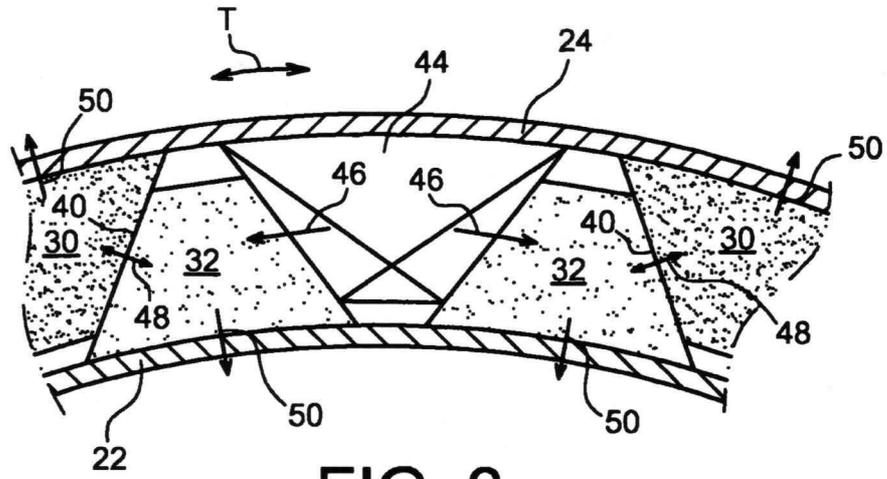


FIG. 3

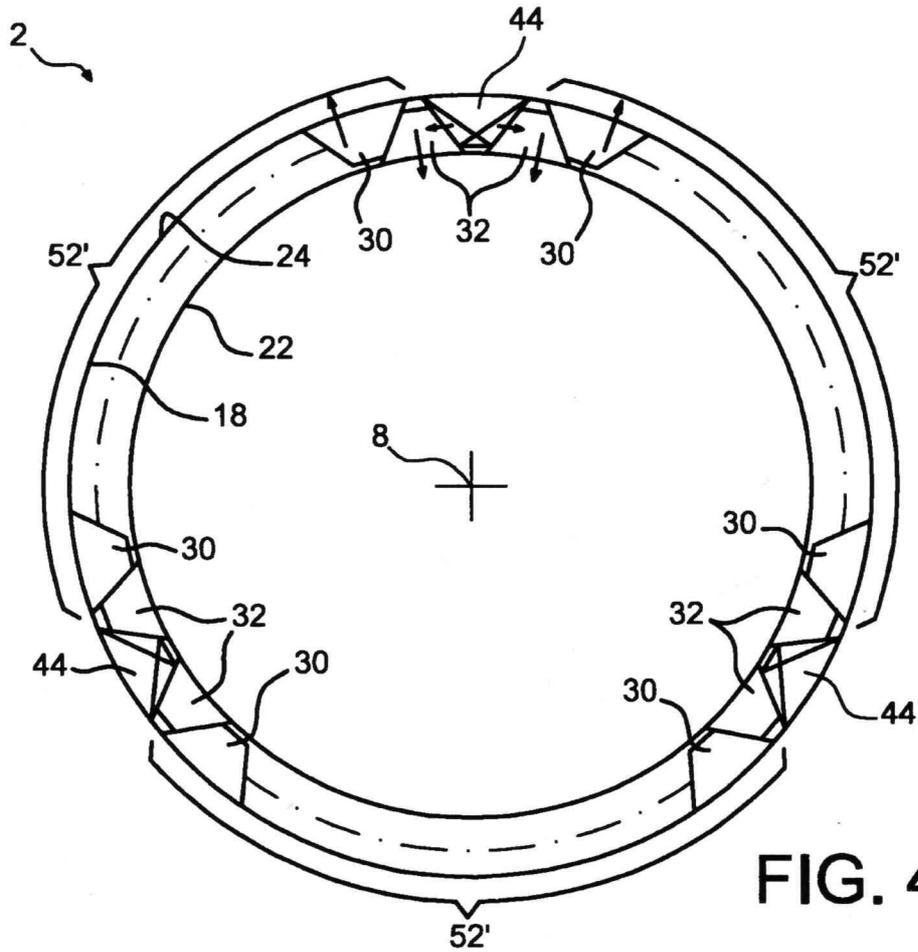


FIG. 4

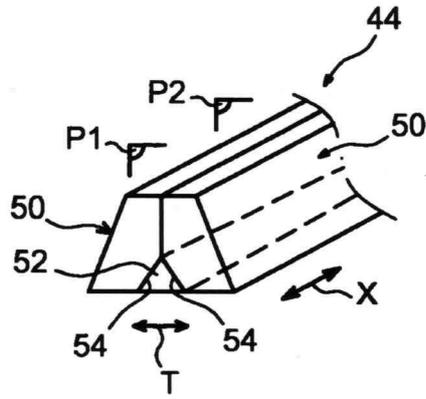


FIG. 5

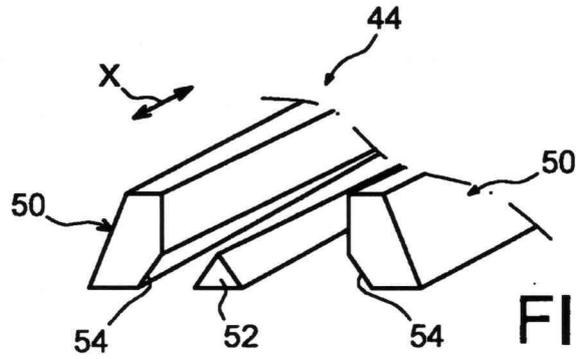


FIG. 6

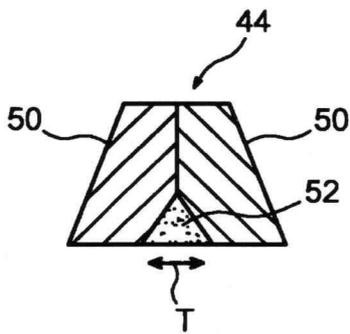


FIG. 7a

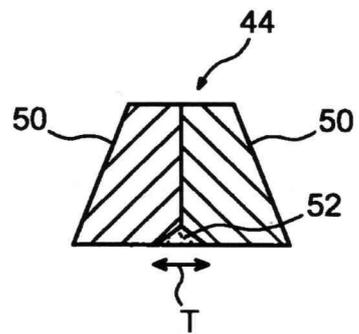


FIG. 7b

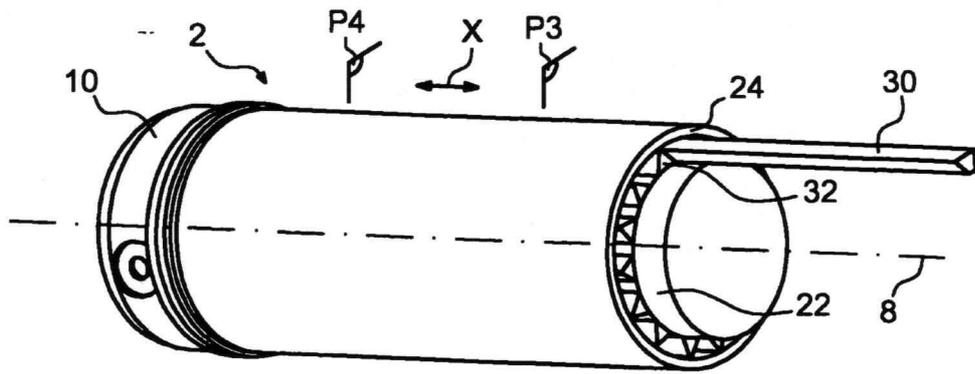


FIG. 8

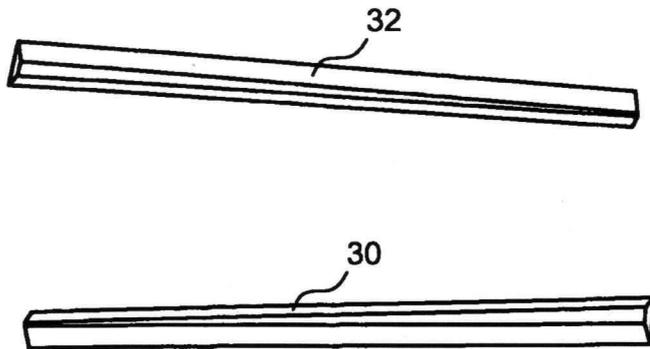


FIG. 9

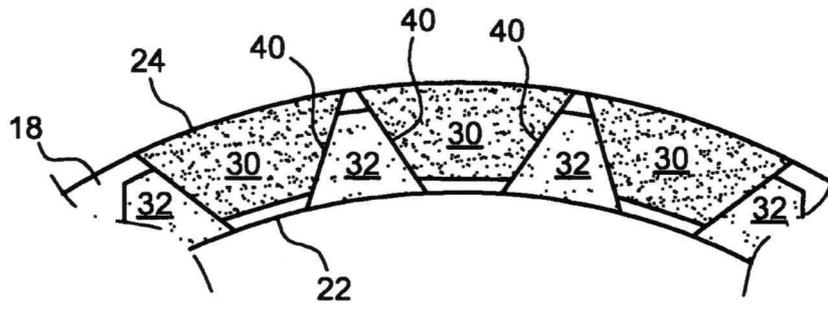


FIG. 10a

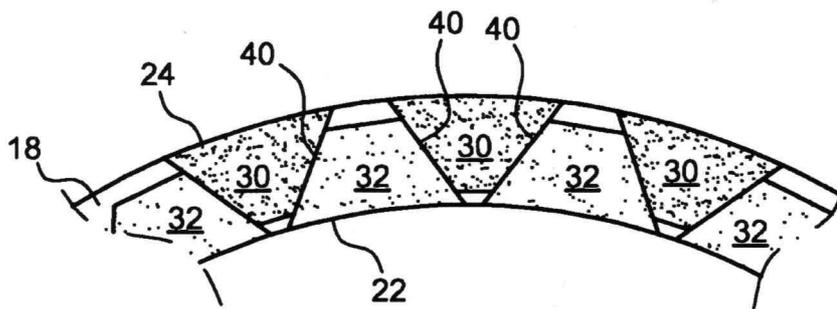


FIG. 10b

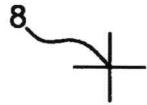
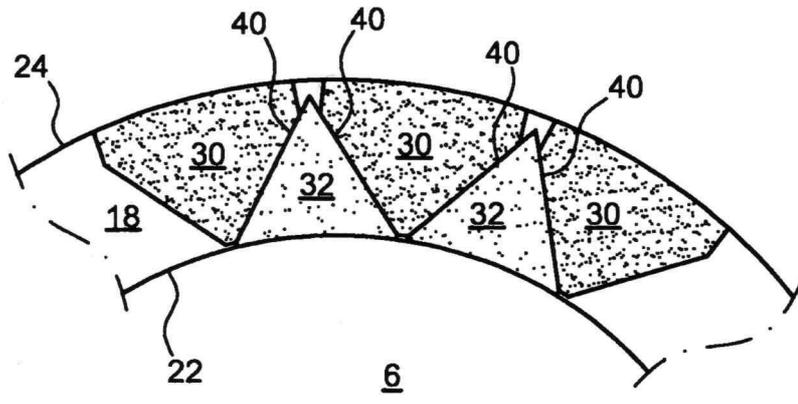


FIG. 11