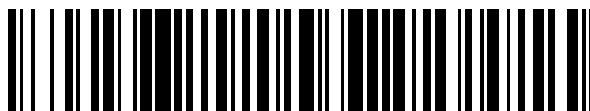


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 975**

51 Int. Cl.:

G21C 19/06 (2006.01)

G21F 5/012 (2006.01)

G21F 5/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2009** **E 09766082 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2013** **EP 2286415**

54 Título: **Interior de la carcasa y carcasa para el depósito en seco de elementos combustibles irradiados; procedimiento de depósito**

30 Prioridad:

17.06.2008 FR 0853975

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

18.10.2013

73 Titular/es:

AREVA NC (100.0%)
33 rue La Fayette
75009 Paris, FR

72 Inventor/es:

BARA, JACQUES y
MOTTIER, DANIEL

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 425 975 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

Interior de la carcasa y carcasa para el depósito en seco de elementos combustibles irradiados; procedimiento de depósito

- 5 La presente invención tiene por objetivo:
- un interior de carcasa (dispositivo para la disposición interna de la carcasa; funda o revestimiento, interior en una carcasa) adecuado para el depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado;
 - 10 - una carcasa de depósito en seco equipada con tal interior de carcasa; y
 - un procedimiento de depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado, en base a la utilización de tales carcasa e interior de carcasa.

15 El interior de la carcasa de acuerdo con la invención comprende, de manera característica, una estructura mixta en el seno de la que la función térmica está disociada de la función de resistencia mecánica. Esto se explica más adelante.

20 En la presente descripción a continuación de la invención actualmente reivindicada, se entiende por elemento combustible irradiado un elemento combustible irradiado o un conjunto de al menos dos elementos combustibles irradiados superpuestos. Un elemento combustible irradiado de ese tipo presenta una estructura vertical.

La invención se ha desarrollado en el contexto del depósito en seco de elementos combustibles irradiados. Dichos elementos combustibles irradiados se depositan clásicamente:

- 25 - o bien a la espera de un acondicionamiento adecuado para su almacenamiento definitivo (son tratados en tanto que desechos);
- o bien a la espera de un tratamiento/reciclaje a la vista de su valorización.

30 Hasta el presente, el depósito en seco de elementos combustibles irradiados no se ha puesto en práctica más que para unos elementos combustibles irradiados de reducida potencia. La gestión de la conducción del calor, para asegurar la refrigeración, no es por ello un problema crítico. Dichos elementos de reducida potencia, cada unidad o de dos en dos, superpuestos, son puestos a continuación en unas carcassas. Dichas carcassas no están equipadas con una estructura de sujeción. Dichas carcassas se colocan en unas fundas, fundas que se introducen en unos pozos ventilados.

35 En un contexto de proximidad, se generan los problemas de disipación de calorías. De ese modo, se utilizan, para el transporte de elementos combustibles irradiados de elevada potencia, unas torres de transporte específicas. Se trata de estructuras pesadas, masivas en las que se encuentran, superpuestos, unos bloques de fundición de aluminio; estabilizando dichos bloques los elementos combustibles irradiados. En el seno de dichas torres, dichos bloques aseguran una función térmica y una función de resistencia mecánica.

40 El problema técnico abordado en el marco de la presente invención ha sido principalmente el del depósito en seco, de modo unitario o en lotes, de elementos combustibles de más elevada potencia (que presente particularmente, cada uno, una potencia susceptible de alcanzar 5 kW) que los de los depósitos de acuerdo con la técnica anterior. Se verá más adelante que el sistema de la invención es adecuado para el depósito en seco de varios elementos combustibles en una misma carcasa.

50 Cualquiera que sea la potencia de la que se trate, es claramente conveniente asegurar la buena refrigeración de los elementos combustibles irradiados depositados para evitar cualquier degradación debida a una temperatura excesiva, para asegurar una resistencia a largo plazo de la vaina de dichos elementos combustibles. El problema es tanto más crítico cuanto mayor sea dicha potencia.

55 La buena conducción del calor del (de los) elemento(s) combustible(s) irradiado(s) almacenado(s) hacia el sistema de refrigeración del almacenamiento se convierte, en un contexto de potencia elevada, en un parámetro muy importante, incluso crucial. Esta conducción del calor debe asegurarse, evidentemente, mientras se mantiene(n) el(los) elemento(s) combustible(s) irradiado(s), en su sitio, estable(s) en la carcasa de depósito, lo que significa que la estructura de la carcasa, e incluyendo su interior de la carcasa (disposición interna), debe conservar su geometría durante toda la duración del depósito.

60 Enfrentados a un problema técnico de ese tipo, los presentes inventores proponen una solución innovadora y de buen rendimiento basada en una estructura original del interior de la carcasa, estructura escalonada, mixta, de módulos en un material buen conductor térmico (ventajosamente de aluminio), con disipadores térmicos huecos.

65 De acuerdo con un primer objetivo, la presente invención propone por lo tanto unos interiores de carcasa originales. El concepto de interior de carcasa es familiar para el experto en la materia. Se puede hablar igualmente de dispositivo de disposición interna de una carcasa, adecuado, en el caso actual, para la colocación estable de los

elementos combustibles a depositar en su seno.

Los interiores de carcasa de acuerdo con la invención son útiles por lo tanto para el depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado. Presentan una estructura original. De manera característica, presentan

una estructura escalonada, que comprende al menos dos módulos superpuestos; cada uno de dichos módulos, en un material buen conductor térmico, con alveolo(s) de recepción para dicho(s) elemento(s) combustible(s) en la parte central y al menos un disipador de calor hueco en la periferia (en el presente documento a continuación denominado disipador de calor periférico hueco), estando dispuesto sobre una placa de soporte perforada de manera que permita el paso de dicho(s) elemento(s) combustible(s); estando colocadas y montadas las placas de soporte perforadas de dicha estructura por medio de un sistema de sujeción con un juego dispuesto entre la parte superior del módulo de una etapa y la placa de soporte perforada de la etapa intermedia por debajo.

Como se ha indicado, dicha estructura es mixta:

- la función térmica se asegura por medio de módulos de material buen conductor térmico (buen conductor (buen disipador) del calor). Por materiales buenos conductores térmicos, se entiende en el texto presente, unos materiales cuya conductividad térmica es superior a $150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Una definición de este tipo se admite comúnmente por los especialistas en materiales. Unos materiales de este tipo (que presentan una conductividad térmica de esa forma) son conocidos, comúnmente utilizados en la actualidad; otros materiales de este tipo (que presentan una conductividad térmica en esa forma) son susceptibles de ser desarrollados en el futuro. El experto en la materia conoce particularmente la plata, el cobre, el oro y el aluminio. Ninguno de estos metales se descarta *a priori*, como material constitutivo de los módulos. Sin embargo, es tan conocido que la utilización de la plata o del oro presenta particularmente más problemas en términos de costes, que la utilización del aluminio es seguramente preferida. El cobre, puede seguramente emplearse pero se explica a continuación por qué se prefiere el aluminio. El cobre y el aluminio son ambos unos buenos conductores térmicos, pero el cobre tiene el inconveniente de ser más caro de aprovisionamiento y de realización. El cobre es en efecto mucho más difícilmente adaptable a las geometrías deseadas que el aluminio. El aluminio es por lo tanto el material constitutivo de los módulos preferido en el interior de la carcasa de acuerdo con la invención. Es un buen conductor térmico (susceptible de sufrir un tratamiento superficial para mejorar incluso su transmisividad), se puede extrudir y de ligero de adición. Sin embargo es bien conocido que su resistencia mecánica disminuye de manera sensible con el incremento de temperatura; de ahí el recurso a una estructura de soporte (véase más adelante). Esta observación puede hacer valorar completamente otro material buen conductor térmico;
- la función de resistencia mecánica se asegura por medio de una estructura de soporte: placas de soporte perforadas y sistema de sujeción. Dicha estructura de soporte es evidentemente de un material de alta resistencia mecánica, resistente al calor. Se realiza ventajosamente en acero inoxidable. Se concibe que puedan convenir otros materiales, tal como el titanio. Se comprende que en términos de coste, se prefiera el acero inoxidable.

El(los) alveolo(s) de los módulos y la(s) abertura(s) de las placas de soporte así como la colocación relativa de dichos módulos y placas de soporte son particularmente adecuados para la colocación, en la vertical, de los elementos combustibles.

Cada módulo comprende al menos un alveolo en la parte central y al menos un disipador de calor en la periferia. De manera característica, dicho(s) disipador(es) de calor periférico(s) no es(son) uno de los elementos masivos, sino una de la(s) pieza(s) hueca(s). Se tiene generalmente varios disipadores de calor dispuestos en la periferia de cada módulo. En el marco de la invención, la función térmica se asegura con una optimización de la cantidad de material necesario, de ahí unas economías sustanciales, particularmente en el contexto de la producción en serie.

De acuerdo con una variante, los módulos de la carcasa comprenden un único alveolo en la parte central. Dicho alveolo único que se prevé para recibir un elemento combustible irradiado, *a priori* un elemento combustible de elevada potencia, una potencia tal que su almacenamiento conjunto con otro elemento plantea problemas (en términos de potencia).

De acuerdo con otra variante, preferida, se disponen varios alveolos en la estructura de cada módulo constitutivo de del interior de la carcasa. Dicho interior de la carcasa se prevé por lo tanto para el depósito de un lote de elementos combustibles, para el depósito, a una misma altura, de varios elementos combustibles... en el seno de una misma carcasa. Esto es original: la técnica anterior asocia un interior de carcasa para cada elemento combustible (o dos elementos superpuestos) en una carcasa, por tanto un elemento combustible (o dos elementos combustibles superpuestos) tienen una carcasa. Se hace notar adicionalmente que una parte interior de carcasa prevista para el depósito de n elementos combustibles (que comprenden unos módulos en n alveolos) es completamente adecuada para el depósito de m elementos combustibles: $m \leq n$. La elección del valor de m se hace en función de numerosos parámetros y se elige ante todo en función de la potencia térmica en el caso particular.

En el marco de una u otra de las variantes anteriores, cada alojamiento vertical resultante de la alineación de los alveolos de los módulos superpuestos es apto por lo tanto para recibir un único elemento combustible irradiado o un conjunto de al menos dos elementos combustibles irradiados superpuestos.

- 5 Se deja una holgura funcional entre la parte alta del módulo y la placa de soporte perforada situada inmediatamente por encima. Esta disposición permite la libre dilatación (sin limitaciones) de este módulo (ventajosamente de aluminio), cuya dilatación puede ser superior a la de los ciertos elementos del sistema de sujeción (del tipo tirantes de acero inoxidable, por ejemplo (véase más adelante)). Se hace notar adicionalmente en este caso que la placa de “soporte” perforada superior no soporta el módulo. Se denomina placa de soporte por analogía. Es ventajosamente idéntica a las otras placas de soporte, aunque esto no es sin embargo una obligación.

El interior de la carcasa de acuerdo con la invención comprende por lo tanto unos módulos superpuestos, comprendiendo cada uno de dichos módulos un(os) alveolo(s) apto(s) para recibir el(los) elemento(s) combustible(s) irradiado(s) y al menos un disipador de calor periférico hueco que asegura la evacuación del calor de dicho(s) elemento(s) combustible(s) hacia la pared de la carcasa (en el interior de la que dicho interior de carcasa está llamado a disponerse).

De manera ventajosa, los elementos constitutivos de un módulo —alveolo(s) + disipador(es) de calor— son unos elementos extrudidos (obtenidos por extrusión).

La altura de los módulos es el resultado de cálculos mecánicos y de las posibilidades de realización. Unas alturas implicadas, del orden del metro para un módulo, permiten una cómoda fabricación de los módulos (en aluminio, particularmente) por extrusión. Una implementación industrial de este tipo es particularmente ventajosa porque permite limitar el coste de dichos módulos.

El número de módulos de un interior de carcasa se ajusta evidentemente a la longitud del(de los) elemento(s) combustible(s) a interponer en el seno de dicho interior de carcasa. Este número depende por lo tanto en general de dicha longitud y de las tecnologías de fabricación ligadas. Se puede indicar que la estructura escalonada de un interior de carcasa de acuerdo con la invención puede comprender así 2, 3, 4, 5 ó 6 etapas (= 2, 3, 4, 5 ó 6 módulos superpuestos). Esta indicación no es, de ninguna manera, limitativa.

De forma general y más particularmente en este contexto ventajoso de elementos extrudidos que constituyen los módulos, se tiene, muy ventajosamente, el al menos un disipador periférico (el (único) disipador periférico o los disipadores periféricos) de dichos módulos a base de un elemento extrudido con o sin aleta(s) y con superficie(s) de radiación. Dicho al menos un disipador de calor periférico puede encontrarse optimizado en términos de peso, de rendimiento, de coste, de facilidad de fabricación... En el seno de una carcasa de sección circular, se encuentra ventajosamente un interior de carcasa de sección circular también, y por lo tanto, muy ventajosamente, al menos un disipador periférico con superficie(s) curva(s) de radiación (y con o sin aleta(s)).

Los módulos de los interiores de la carcasa de la invención están constituidos por lo tanto por varios elementos extrudidos que se montan entre sí mediante atornillado o mediante cualquier otro método de montaje (soldadura, por ejemplo) y se colocan de manera precisa, por medio de pasadores, por ejemplo. Uno de dichos elementos extrudidos (existentes previamente) puede consistir así en al menos un alveolo previamente constituido. A partir de dicho al menos un alveolo previamente constituido, se tiene la posibilidad, añadiendo otros elementos extrudidos, de construir el módulo (con alveolo(s) central(es) y disipador(es) de calor periférico(s)). Para las geometrías reducidas (simples), el módulo se puede realizar en una única pieza extrudida.

El grosor de las paredes de los módulos, más precisamente de las paredes del al menos un alveolo (del (único) alveolo o de los alveolos) y del(de los) disipador(es) de calor, se utiliza ventajosamente con el fin de asegurar una buena conducción térmica para una masa (de aluminio, particularmente) lo más reducida posible.

La geometría y la capacidad de depósito en elementos combustibles de un interior de carcasa de la invención es el resultado de cálculos térmicos: dependen de la potencia de los combustibles a depositar. El número de alveolos se adapta por lo tanto a la potencia de los combustibles a depositar. La forma de dichos alveolos se adapta también particularmente a, incluso se optimiza con referencia a, la forma de dichos combustibles a depositar. Un interior de carcasa de la invención (de sección circular) comprende por lo tanto ventajosamente 1, 4, 7, 12 ó 15 alveolos (de sección cuadrada); lo que corresponde al óptimo de rellenado de un círculo con unos alveolos de sección cuadrada. Se investiga un óptimo de ese tipo para obtener la mejor capacidad durante el depósito. Se hace observar sin embargo que el interior de la carcasa de la invención y su carcasa asociada no presentan forzosamente una sección circular, que los alveolos no presentan forzosamente unas secciones cuadradas y se recuerda adicionalmente que el depósito se puede realizar con unos alveolos vacíos (en ese caso no estará optimizada). Hay evidentemente una optimización ventajosa en el número de alveolos y la forma de dichos alveolos por una parte (con referencia a la estructura del interior de la carcasa), y en el número de alveolos ocupados por otro lado (con referencia al procedimiento de depósito implementado en el seno de una carcasa equipada con un interior de carcasa de acuerdo con la invención). El experto en la materia puede implementar directamente esta optimización.

La estructura de soporte de un interior de carcasa de acuerdo con la invención encierra por tanto las placas de soporte perforadas (cada módulo reposa sobre una placa de ese tipo, perforada para permitir el paso del(de los) elemento(s) combustible(s)) y el sistema de sujeción del conjunto de dichas placas.

5 Para asegurar su función, dicha estructura de soporte es de un material de alta resistencia mecánica. Se verá más adelante que es ventajosamente de acero inoxidable. Se verá igualmente más adelante que el material constitutivo de los módulos es ventajosamente aluminio. Se asocian muy ventajosamente en un interior de carcasa de la invención unos módulos de aluminio y una estructura de soporte de acero inoxidable.

10 El sistema de sujeción comprende ventajosamente unos tirantes que aseguran una doble función. Por un lado, aseguran la colocación y el montaje de las diferentes placas de soporte y, por otra parte, son adecuados para transferir la carga del interior de la carcasa a la carcasa en la que está destinado a estar alojado. Muy ventajosamente, estos mismos tirantes se utilizan para asegurar la colocación (estable) de cada módulo sobre la placa de soporte. En el marco de esta variante muy ventajosa, dichos tirantes aseguran por lo tanto una triple
15 función.

Dichos tirantes son por tanto ventajosamente realizados en acero inoxidable. En el marco de un modo de realización preferido, unos tirantes, cuya longitud corresponde a la de una etapa (de un módulo), son encajados entre sí mediante atornillado y llamados a ser estabilizados de la misma manera (mediante atornillado) en las partes inferior
20 y superior del interior de la carcasa. Al menos tres tirantes intervienen en general en cada etapa.

En la estructura del interior de la carcasa de acuerdo con la invención, el traspaso de la carga de un módulo se efectúa por medio de cada placa de soporte y mediante el sistema de sujeción (tirantes en la variante ventajosa explicada anteriormente). Debido a esto, un módulo de dicha estructura no sufre los pesos de los módulos situados
25 por encima de él y la sollicitación mecánica que se le aplica se encuentra de ese modo reducida, compatible con las características mecánicas de su material constitutivo (aluminio, preferentemente). La carga del conjunto del interior de la carcasa está llamada a ser soportada por la carcasa (el fondo de la carcasa) en el seno de la que el interior de la carcasa está destinado a disponerse.

30 Se ha indicado anteriormente, de forma en ningún caso limitativa, que el interior de la carcasa de acuerdo con la invención puede comprender particularmente 2, 3, 4, 5 ó 6 etapas (2, 3, 4, 5 ó 6 módulos superpuestos).

De forma en ningún caso limitativa, se puede indicar aquí igualmente que los alveolos de los módulos presentan una sección cuadrada, hexagonal o circular. En cualquier caso, dicha sección debe ser conveniente para que dichos
35 alveolos puedan recibir los elementos combustibles. Las aberturas de las placas de soporte deben ser adecuadas de la misma manera. Se tienen en general dichos alveolos y dichas aberturas de igual forma, de igual dimensión.

Los propósitos anteriores se ilustran de manera en ningún caso limitativa por las figuras adjuntas.

40 De acuerdo su segundo objetivo, la presente invención se refiere a una carcasa para el depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado. De manera característica, dicha carcasa encierra un interior de carcasa tal como el descrito anteriormente (primer objetivo de la presente invención) y comprende un fondo capaz de soportar la masa de dicho interior de carcasa y la de dicho al menos un elemento combustible llamado a tomar apoyo allí (el del (único) elemento combustible llamado a tomar apoyo o el de los elementos combustibles llamados
45 a tomar apoyo). Por fondo de dicha carcasa, se entiende la estructura de ésta, sobre la que van a reposar el interior de la carcasa y la parte inferior de dicho al menos un elemento combustible almacenado, después de su paso a través de la placa de soporte inferior (placa de soporte de la primera etapa, del primer módulo) del interior de la carcasa. Enfrente de dicho fondo, dicha carcasa es evidentemente susceptible de recibir una cubierta para constituir una carcasa estanca.

50 Ventajosamente, dicha carcasa de la invención y su interior de carcasa tienen unas secciones que son sensiblemente las mismas dimensiones (de sensiblemente el mismo diámetro, en la hipótesis más frecuente en la que dichas carcasa e interior de carcasa son unos cilindros rectos de sección circular). En cualquier caso, dichas carcassas e interiores de carcasa presentan ventajosamente la forma de cilindros rectos. El juego entre la carcasa de la invención y su interior de carcasa es ventajosamente el más reducido posible, con referencia a la optimización de la disipación térmica. Se debe permitir sin embargo la introducción y la colocación de dicho interior de carcasa en dicha carcasa, es decir la colocación en su sitio de los módulos en la carcasa.
55

El interior de la carcasa se estabiliza ventajosamente en el interior de la carcasa. Se puede prever de ese modo unos sistemas de sujeción, adecuados para evitar el desplazamiento de dicho interior de carcasa (de sus módulos) en el seno de la carcasa, más particularmente en el caso de inversión de dicha carcasa.
60

De acuerdo con su tercer objetivo, la presente invención se refiere a un procedimiento de depósito en seco del al menos un elemento combustible irradiado (de un (único) elemento combustible irradiado o de elementos combustibles irradiados). De forma clásica, dicho procedimiento comprende:
65

- el acondicionamiento estable de dicho al menos un elemento combustible irradiado en una carcasa en el seno de la que el calor desprendido por dicho al menos un elemento se disipa sin alteración de la estructura de dicho al menos un elemento,
- el depósito de dicha carcasa estanca en un pozo vertical refrigerado mediante circulación de aire.

5 De manera característica, la carcasa utilizada en el marco de dicho procedimiento es una carcasa de la invención (segundo objetivo de la presente invención), es decir una carcasa equipada con un interior de carcasa de la invención (primer objetivo de la presente invención).

10 Una carcasa de ese tipo permite una optimización del depósito: depositar el máximo de combustibles (el máximo de potencia de hecho) en el mínimo de volumen.

De acuerdo con unas variantes de realización particularmente preferidas:

- 15 - el procedimiento de la invención se realiza con una carcasa que encierra varios elementos combustibles (a una misma altura); y/o
- dicho procedimiento de la invención se refiere al depósito de al menos un elemento combustible de elevada potencia (hasta 5 kW; por ejemplo, procedente de un reactor de agua ligera).

20 El procedimiento de la invención no está limitado a sus variantes de realización particularmente preferidas. De ese modo, se puede proceder también al depósito de un único elemento combustible de elevada potencia, frente al depósito de un único o de varios elementos combustibles de reducida o de más o menos elevada potencia. Quien puede lo más, puede lo menos. Se recuerda que la estructura de la carcasa en cuestión se ha optimizado para una evacuación máxima del calor desprendido.

25 Se propone ahora describir la invención con referencia a las figuras adjuntas. Esas figuras muestran dos modos de realización de un dispositivo (interior de carcasa) de la invención.

30 La figura 1 es una vista, en sección longitudinal, de una carcasa de la invención, es decir equipada con un interior de carcasa de la invención. Dicha carcasa se muestra, vacía, sin elementos combustibles irradiados dispuestos en su seno.

La figura 2 es una vista en perspectiva, en despiece, de un módulo del interior de la carcasa, mostrado en la figura 1, entre dos placas de soporte.

35 Las figuras 3A, 3B y 3C son unas vistas superiores de los elementos constitutivos del módulo mostrado en la figura 2. Más precisamente, la figura 3A muestra un dissipador de calor periférico en ángulo; la figura 3B un dissipador de calor periférico en forma de T y la figura 3C el alveolo central.

40 La figura 4 es una vista superior de un módulo de un interior de carcasa de acuerdo con otro modo de realización.

La figura 5 muestra en perspectiva una placa de soporte y un interior de carcasa de acuerdo con dicho otro modo de realización.

45 En la figura 1, se muestra por tanto un interior de carcasa 1 dispuesto en el interior de la carcasa 10. Dichos interior de carcasa 1 y carcasa 10 presentan una forma cilíndrica (la de cilindros rectos de sección circular).

50 El interior de carcasa 1 comprende cuatro etapas. Su estructura comprende cuatro módulos M1, M2, M3 y M4, dispuestos cada uno, sobre una placa de soporte perforada 4. Se dispone un juego J entre la parte alta de cada módulo (un juego de ese tipo permite la libre dilatación de dicho módulo, particularmente de aluminio) y la placa de soporte del módulo de la etapa superior.

55 Los alveolos 2a (central) y 2b (primera corona) de los cuatro módulos M1, M2, M3 y M4 así como las aberturas correspondientes 2 (central) y 2' (primera corona) de las placas de soporte 4 (véase la figura 2) se ponen evidentemente en coincidencia de manera que generen en la estructura del interior de la carcasa 1 los alojamientos verticales para los elementos combustibles.

Los tirantes 5 se utilizan, en el marco del modo de realización ventajoso representado:

- 60 - para colocar y montar las placas de soporte 4 entre sí,
- para permitir la transferencia de la carga del interior de carcasa 1 a la carcasa 10. Se ha mostrado en 5' un tornillo de fijación de un tirante 5 inferior colocado sobre la parte baja 9 de la carcasa 10 y en 5'' una tuerca de fijación de un tirante 5 superior a la placa de "soporte" 4 superior del interior de carcasa 1. Se comprende que de ese modo la transferencia de la carga del módulo Mi se efectúa por medio de cada placa de soporte 4 y mediante los tirantes 5, de modo que la carga del conjunto del interior de carcasa 1 está soportada por la carcasa 10,

- para colocar los módulos M1, M2, M3 y M4, cada uno, respectivamente, sobre su placa de soporte 4 (véase la figura 2).

5 La figura 2 muestra por tanto el módulo inferior M1 (idéntico a los otros módulos M2, M3 y M4) así como la placa de soporte 4 inferior (placa de soporte de dicho módulo M1) y la placa de soporte 4 intermedia (placa de soporte del módulo M2, dispuesto entre dichos módulos M1 y M2).

10 El módulo M1 comprende siete alveolos: el alveolo central 2a, constituido previamente, y seis alveolos de corona 2b, obtenidos por construcción, seguido por la colocación de los disipadores de calor periféricos 3a y 3b. Estos disipadores de calor presentan unas estructuras huecas, de dos tipos de geometría. Se muestran en la figura 2 así como en las figuras 3A y 3B. Los disipadores 3a, en número de cuatro, son unos disipadores de ángulo; los disipadores 3b, en número de dos, son en forma de T. Dichos disipadores 3a y 3b presentan unas geometrías optimizadas con referencia a sus rendimientos, en el compromiso peso/rendimiento/facilidad de fabricación. Se trata por tanto de estructuras huecas, obtenidas mediante extrusión, con una aleta 31 y una superficie de radiación curva 32, particularmente oportunas con relación a la radiación térmica.

20 En la estructura de dichos disipadores 3a y 3b, se prevén unos alojamientos 8 para los tirantes 5. Dichos tirantes 5 tienen sus extremos 5b y 5a roscados de manera que cooperen, respectivamente, en la parte inferior, con los tornillos de fijación 5' (en la medida en que M1 es el módulo de la primera etapa del interior de carcasa 1) y, en la parte superior, con el extremo inferior roscado 5b del tirante 5 del módulo M2 (de la etapa superior, no representada). El extremo 5a del tirante 5 del módulo M4 está llamado, este, a cooperar con la tuerca de fijación 5'' (véase la figura 1 y la descripción anterior de dicha figura).

25 El alveolo central 2a se coloca en el centro de los otros elementos (disipadores 3a y 3b) por medio de pasadores de centrado 6. Se comprende, en consideración a las figuras 3A, 3B y 3C, que, en el grosor de las paredes de dicho alveolo central 2a se prevén de hecho unos alojamientos 6' para dichos pasadores de centrado 6, previstos sobre los disipadores 3a y 3b. Dichos disipadores 3a y 3b (seis elementos periféricos) se reúnen entre sí mediante atornillado. Se han esquematizado en 7 los tornillos en cuestión.

30 Se ve claramente en la figura 2 que, de acuerdo con el modo de realización ventajoso presentado, los tirantes 5 aseguran la colocación, estable, del módulo M1 (de sus alveolos constitutivos 2a y 2b) sobre la placa de soporte 4 (inferior).

35 Las placas de soporte 4 (placa inferior, superior del módulo M1 y placa superior, de soporte del módulo M2), están evidentemente perforadas para permitir el paso de los elementos combustibles a almacenar en la carcasa 1, es decir que dichas placas 4 presentan unas aberturas 2 y 2' correspondientes, respectivamente, a los alveolos 2a y 2b. Dichas placas 4 presentan igualmente unos orificios 41 para el paso de los tirantes 5. A la altura de estos orificios 41, están unidos más precisamente, a la placa inferior, los extremos inferiores de los tirantes 5 (representados) a los tornillos de fijación 5' y, para la placa superior, los extremos superiores de dichos tirantes 5 a los extremos inferiores de los tirantes 5 no representados en la figura 2 (pero representados en la figura 1) del módulo M2, de la etapa superior. Dichas placas 4 presentan finalmente unas ranuras 42 que aseguran una comunicación entre las etapas del interior de carcasa 1, dispuesto en la carcasa 10.

45 En consideración a las figuras 4 y 5, se observa que, de acuerdo con el segundo modo de realización representado, el interior de carcasa de la invención comprende quince alveolos: tres alveolos denominados centrales 20a, diez alveolos denominados de una primera corona 20b y dos denominados de una segunda corona 20c.

50 El conjunto de los alveolos se realiza a partir de simples trozos de perfiles, obtenidos mediante extrusión y después montados mediante unos puntos de soldadura a sus extremos. Para los alveolos localizados en la periferia del conjunto, estos dispositivos, igualmente montados mediante puntos de soldadura, se instalan para asegurar el enlace de los alveolos entre sí y para asegurar una buena colocación del conjunto con relación a los disipadores de calor periféricos 30.

55 El módulo representado es el resultado por lo tanto esencialmente del montaje de una primera pieza que comprende los alveolos 20a y ciertas paredes de los alveolos 20b y 20c y de cuatro disipadores de calor periféricos 30.

Dichos disipadores 30 son unas piezas extrudidas, huecas, comprenden unas aletas 301 y unas superficies de radiación curvas 302 así como los pasos 80 para los tirantes (no representados). Se ha representado en 70 el tornillo de fijación de dichos disipadores 30 entre sí.

60 Sobre la placa de soporte 40 (figura 5) se encuentran:

- las aberturas 20, 20' y 20'' correspondientes respectivamente a los alveolos 20a, 20b y 20c;
- los orificios 401 (correspondientes a los pasos 80) para el paso de los tirantes;
- 65 - la ranuras 402 de comunicación entre las etapas.

Se propone finalmente ilustrar la invención mediante los dos ejemplos a continuación.

Ejemplo 1

5 Se ha realizado un interior de carcasa 1 tal como se representa en las figuras 1 y 2.

Dicho interior de carcasa comprende 4 módulos de aluminio de 1080 mm de altura, reposando cada uno sobre una placa horizontal perforada en acero inoxidable.

10 Cada módulo está por tanto constituido por 7 elementos, en tres geometrías diferentes:

- un alveolo central,
- dos disipadores periféricos en forma de T, y
- cuatro disipadores periféricos de ángulo

15 y comprende 7 alveolos (véanse las figuras 1, 2, 3A, 3B y 3C y la descripción anterior de éstas).

Dicho interior de carcasa se ha colocado en una carcasa de acero inoxidable con un juego de 3 mm en el radio. La disposición interior de carcasa/carcasa es como la representada en la figura 1.

20 La carcasa obtenida es susceptible por lo tanto de recibir hasta 7 elementos combustibles irradiados, particularmente del tipo REP (Reactor de Agua Presurizada). Una carcasa de este tipo, con interior de carcasa de 7 alveolos, es perfectamente adecuado para el depósito en seco de elementos combustibles irradiados REP 900; la potencia térmica de un elemento combustible irradiado de ese tipo puede alcanzar 1,6 kW. Una potencia así de 1,6 kW corresponde a la potencia térmica residual del elemento combustible del tipo REP 900 MW almacenado 5 años después de su paso en reactor.

Una carcasa de ese tipo es igualmente susceptible de recibir unos conjuntos (de una altura total adecuada) de elementos combustibles irradiados superpuestos.

Ejemplo 2

Se ha realizado un interior de carcasa con unos módulos del tipo de los representados en la figura 4 y unas placas de soporte del tipo de las representadas en la figura 5 (interior de carcasa "análogo" al mostrado en la figura 1).

35 Dicho interior de carcasa comprende 4 módulos de aluminio de 1080 mm de altura, reposando cada uno sobre una placa horizontal perforada en acero inoxidable.

Cada módulo comprende por lo tanto:

- un conjunto que constituye el cuerpo de 15 alveolos, y
- cuatro disipadores periféricos huecos que completan el anillado de los alveolos periféricos.

45 Dicho interior de carcasa se ha colocado en una carcasa de acero inoxidable con un juego de 3 mm en el radio. La disposición interna de la carcasa/carcasa es el tipo de la representada en la figura 1.

La carcasa obtenida es susceptible de recibir por lo tanto hasta 15 elementos combustibles irradiados, particularmente de los combustibles REB (Reactor de Agua en Ebullición) del tipo 8 x 8. Una carcasa de ese tipo, con un interior de carcasa de 15 alveolos, es perfectamente adecuada para el depósito en seco de combustibles irradiados REB del tipo 8 x 8; la potencia térmica de un combustible irradiado de ese tipo puede alcanzar 0,6 kW.

Una carcasa de ese tipo es igualmente susceptible de recibir unos conjuntos (de una altura total adecuada) de elementos combustibles irradiados superpuestos.

55

REIVINDICACIONES

1. Interior de carcasa (1) adecuado para el depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado, **caracterizado por que** presenta una estructura escalonada que comprende al menos dos módulos (M1, M2, M3, M4) superpuestos, cada uno de dichos módulos (M1, M2, M3, M4), de un material conductor térmico, con alveolo(s) de recepción (2a, 2b; 20a, 20b, 20c) para dicho(s) elemento(s) combustible(s) en la parte central y con al menos un disipador de calor periférico hueco (3a, 3b; 30), estando dispuesto sobre una placa de soporte perforada (4; 40) de manera que permita el paso de dicho(s) elemento(s) combustible(s); estando colocadas y montadas las placas de soporte perforadas (4; 40) de dicha estructura por medio de un sistema de sujeción (5'+5+5''), con un juego (J) dispuesto entre la parte alta del módulo de una etapa (M_i) y de la placa de soporte perforada (4; 40) de la etapa (M_{i+1}) inmediatamente por encima.
2. Interior de carcasa (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho al menos un alveolo (2a, 2b; 20a, 20b, 20c) y dicho al menos un disipador de calor periférico hueco (3a, 3b; 30) de cada módulo (M1, M2, M3, M4) son a base de elementos extrudidos.
3. Interior de carcasa (1) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** dicho al menos un disipador de calor periférico hueco (3a, 3b; 30) es un elemento extrudido con y sin aleta(s) (31; 301) y con superficie(s) de radiación (32; 302).
4. Interior de carcasa (1) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, **caracterizado por que** cada módulo (M1, M2, M3, M4) de su estructura escalonada comprende al menos un alveolo previamente constituido (2a; 20a).
5. Interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** cada módulo (M1, M2, M3, M4) de su estructura escalonada comprende 1, 3, 4, 7, 12 ó 15 alveolos (2a+2b; 20a+20b+20c).
6. Interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** dichos módulos son de aluminio; y/o, ventajosamente y, dicho sistema de sujeción (5'+5+5'') y dichas placas de soporte perforadas (4; 40) son de material de alta resistencia mecánica, son ventajosamente de acero inoxidable.
7. Interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** dicho sistema de sujeción (5'+5+5'') comprende unos tirantes (5) para, por un lado, la colocación y el montaje de las placas de soporte (4; 40) y, por otro lado, la transferencia de la carga de dicho interior de carcasa (1) a la carcasa (10) en la que está destinado a ser alojado.
8. Interior de carcasa (1) de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** dichos tirantes (5) aseguran la colocación de cada módulo (M1, M2, M3, M4) sobre su placa de soporte (4; 40).
9. Interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** su estructura escalonada comprende 2, 3, 4, 5 ó 6 módulos superpuestos (M1, M2, M3, M4).
10. Interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** dicho al menos un alveolo (2a, 2b; 20a, 20b, 20c) presenta una sección cuadrada, hexagonal o circular.
11. Carcasa (10) adecuada para el depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado, **caracterizada por que** encierra un interior de carcasa (1) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y comprende un fondo (9) capaz de soportar la masa de dicho interior de carcasa (1) y la de dicho al menos un elemento combustible destinado a tomar en ella apoyo.
12. Carcasa (10) de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizada por que** dicha carcasa (10) y su interior de carcasa (1), que presentan ventajosamente la forma de cilindros rectos, tienen unas secciones de sensiblemente igual(es) dimensión(es).
13. Procedimiento de depósito en seco de al menos un elemento combustible irradiado que comprende:
 - el acondicionamiento estable de dicho al menos un elemento combustible irradiado en una carcasa en el seno de la que el calor desprendido por dicho al menos un elemento se disipa sin alteración de la estructura de dicho al menos un elemento,
 - el depósito de dicha carcasa estanca en un pozo vertical refrigerado mediante circulación de aire,**caracterizado por que** dicha carcasa es una carcasa (10) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12.
14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado por que** dicha carcasa (10) encierra varios elementos combustibles.

15. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13 o 14, **caracterizado por que** dicho al menos un combustible irradiado es un elemento cuya potencia es inferior o igual a 5 kW.

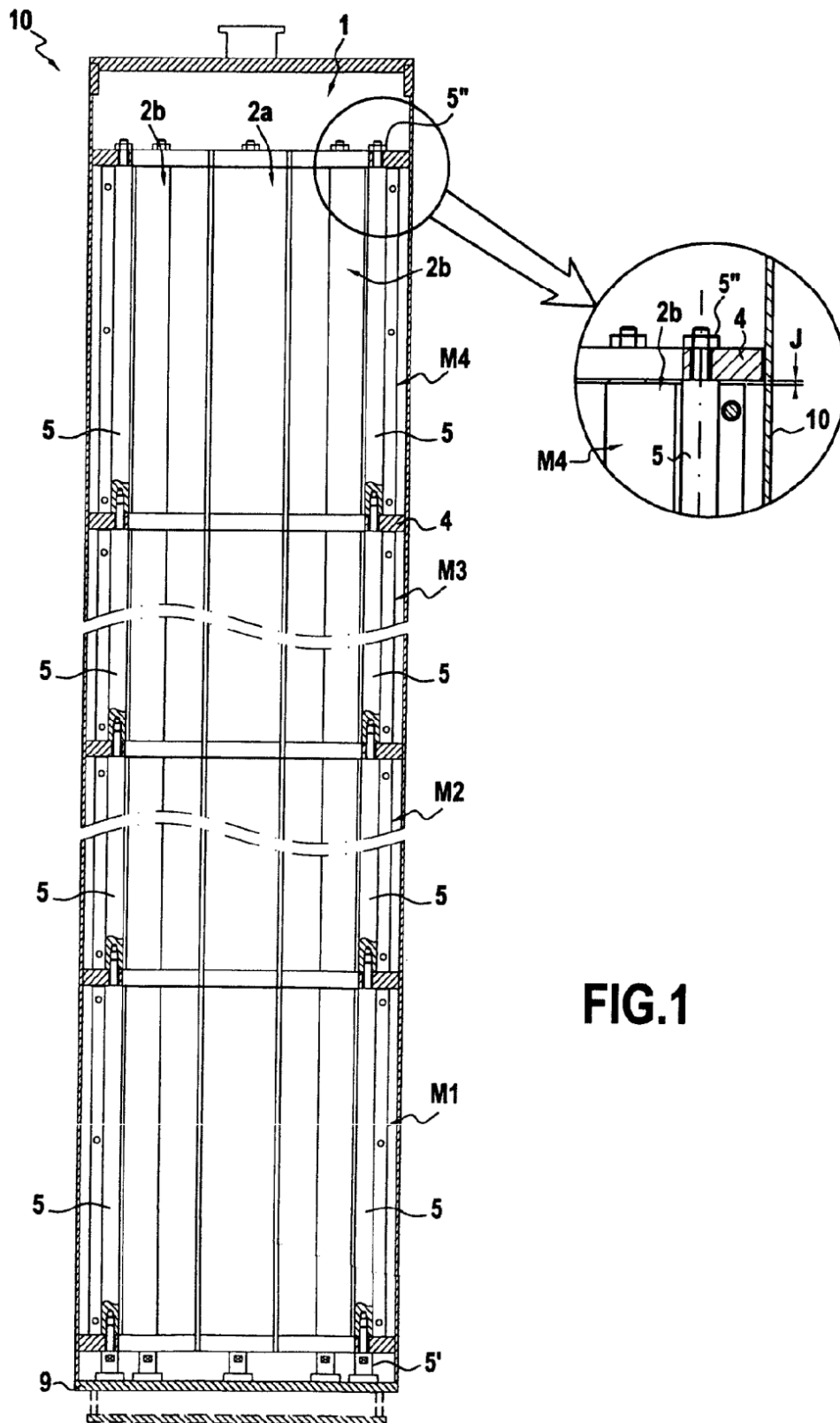


FIG.1

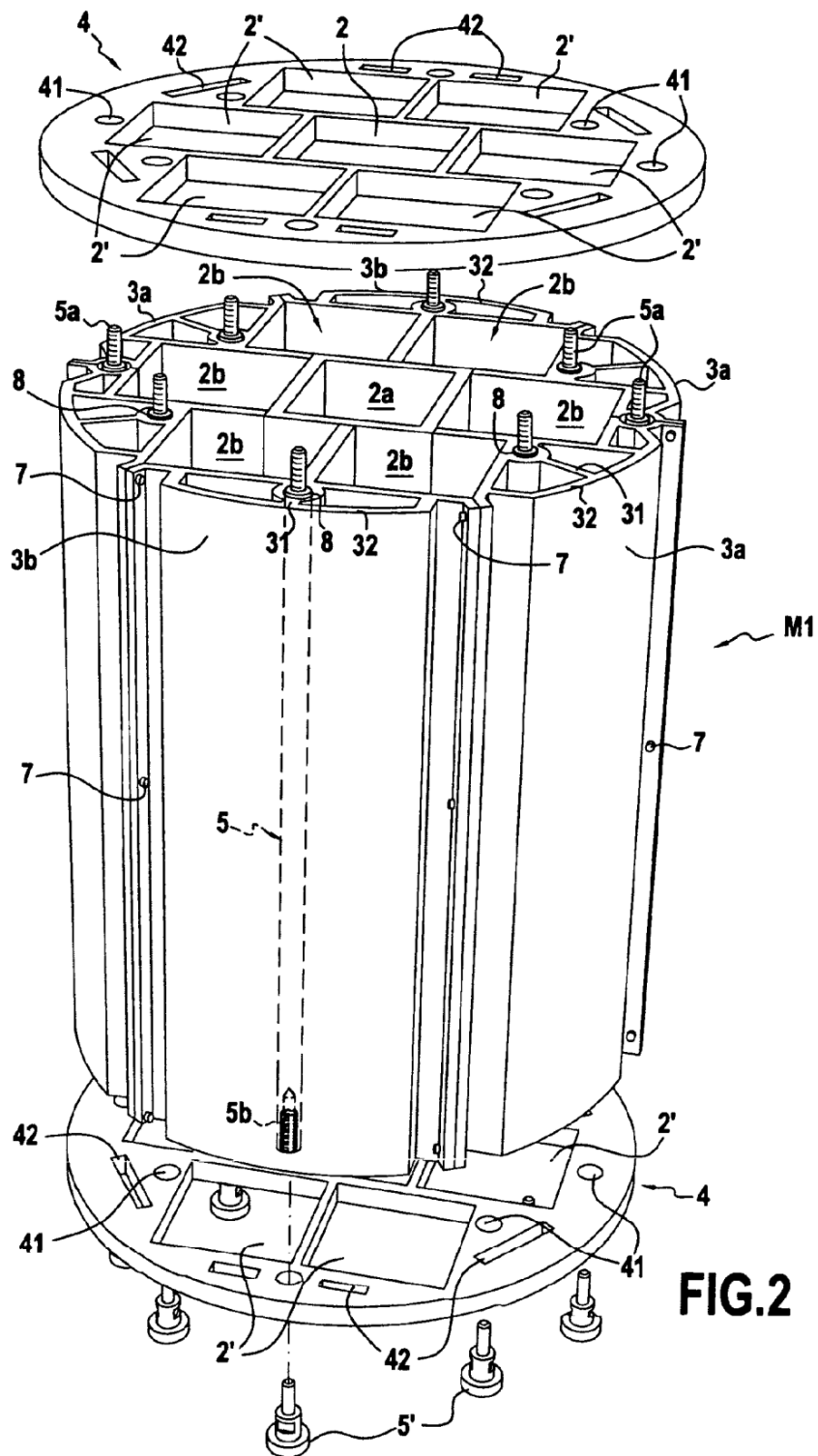


FIG.2

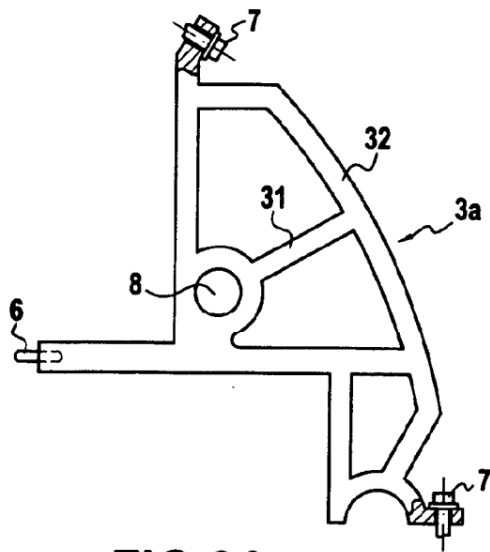


FIG. 3A

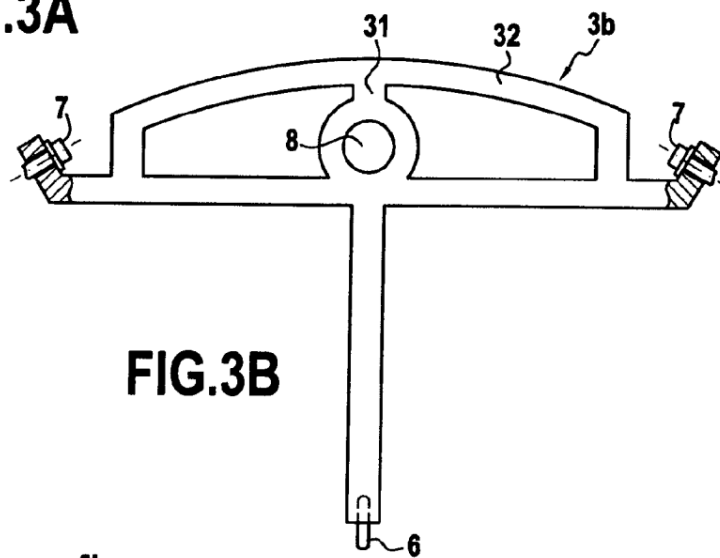


FIG. 3B

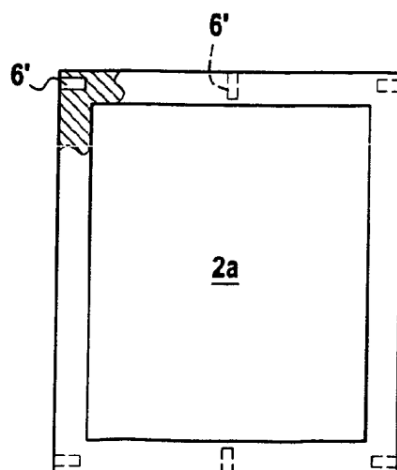


FIG. 3C

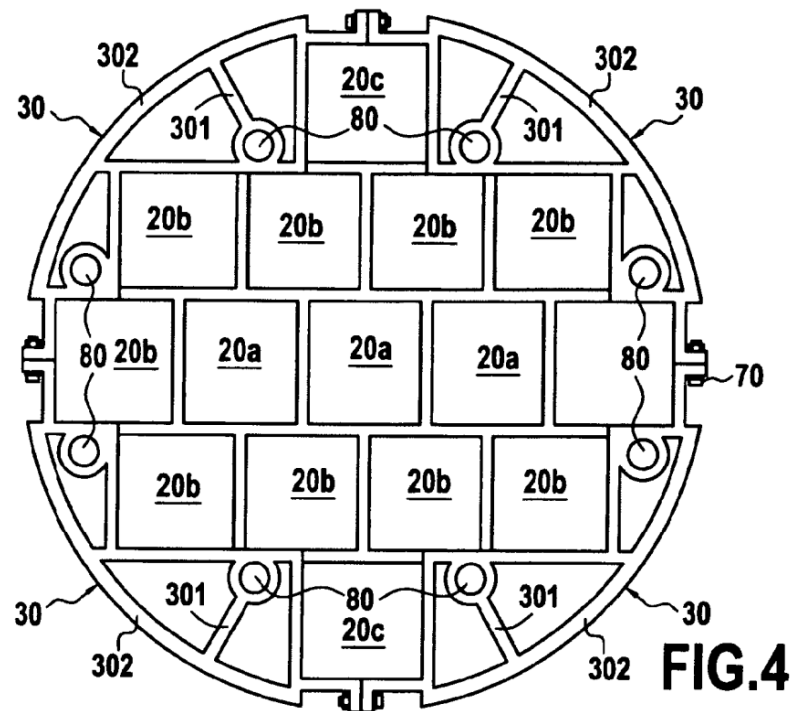


FIG. 4

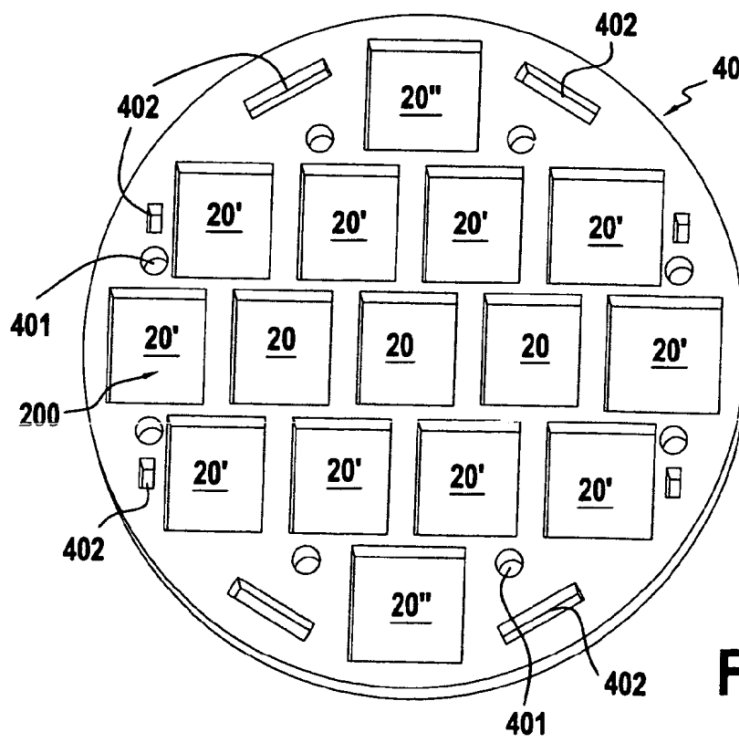


FIG. 5