

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 835**

51 Int. Cl.:

G21C 19/07 (2006.01)

G21F 5/005 (2006.01)

G21F 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.06.2013 PCT/EP2013/062275**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13186312**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2013 E 13728742 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2862180**

54 Título: **Procedimiento optimizado de carga de elementos radiactivos en un embalaje**

30 Prioridad:

15.06.2012 FR 1255601

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

30.01.2017

73 Titular/es:

**TN INTERNATIONAL (100.0%)
1, rue des Hérons
78180 Montigny Le Bretonneux, FR**

72 Inventor/es:

**LELEU, GILDA y
VAUDRAY, HERVÉ**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 598 835 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

Procedimiento optimizado de carga de elementos radiactivos en un embalaje

5 **Ámbito técnico**

La invención se refiere al ámbito de la carga de elementos radiactivos en un embalaje. Se refiere en particular a la carga de elementos radiactivos situados en piscina, hacia un embalaje en atmósfera gaseosa, preferiblemente al aire ambiente.

10 La invención se aplica preferiblemente a la carga de elementos radiactivos del tipo guías de racimo usadas de un reactor nuclear, pero puede aplicarse a cualquier otro elemento radiactivo, como ensamblajes de combustible irradiados.

15 **Estado de la técnica anterior**

Las guías de racimo de un reactor nuclear deben sustituirse cuando están usadas. Para ello, se extraen primero del reactor y se almacenan a proximidad de la cuba, sin ser extraídas de la piscina. Estas guías de racimo se extraen entonces de la piscina desde los Equipos Internos Superiores, también denominados "EIS", y se transfieren directamente, una por una, mediante un cuévano de traslado, hacia un contenedor de transporte y/o de almacenamiento situado al aire ambiente.

25 Para ello, el cuévano de traslado abierto en sus dos extremos opuestos está dispuesto aflorando en la superficie de la piscina, por encima de una guía de racimo. A continuación, esta se extrae de la piscina y se inserta en el cuévano de traslado gracias a un sistema de manipulación unido a la guía de racimo. Tras esta operación, la guía de racimo es rodeada por este cuévano, que forma una protección radiológica. El conjunto obtenido se desplaza entonces por encima del contenedor que comprende un embalaje que aloja una cesta de almacenamiento de las guías de racimo. Mientras el cuévano se mantiene en su sitio sobre la parte superior del contenedor, la guía de racimo se desplaza hacia abajo para ser conducida en uno de los alojamientos de la cesta.

30 Esta sucesión de operaciones se repite tantas veces como guías de racimo por almacenar en el contenedor, generalmente entre diez y veinte.

35 Por lo tanto, esta solución no está totalmente optimizada, ya que no permite una explotación rápida debido al gran número de operaciones por realizar para conseguir la carga de todas las guías de racimo en el contenedor. Además, incluso si el cuévano de traslado tiene como función aportar una protección radiológica a los operarios durante el paso de cada guía entre la piscina y el contenedor, la exposición a la radiación permanece importante.

40 Se observan inconvenientes análogos cualquiera que sea la naturaleza de los elementos radiactivos por cargar, en cuanto estos últimos deben extraerse de su piscina para ser introducidos en un embalaje en atmósfera gaseosa, habitualmente el aire ambiente.

Exposición de la invención

45 Por lo tanto, la invención tiene por objeto remediar, al menos en parte, los inconvenientes mencionados anteriormente, relativos a las realizaciones de la técnica anterior.

50 Para ello, la invención tiene por objeto un procedimiento de carga de elementos radiactivos en un embalaje, que comprende las siguientes etapas sucesivas:

(a) colocación, en piscina, de una pluralidad de elementos radiactivos en una cesta de almacenamiento equipada con medios de protección radiológica;

55 (b) extracción, fuera de la piscina, de la cesta cargada con los elementos radiactivos; y

(c) carga en el embalaje de dicha cesta cargada con los elementos radiactivos.

60 Por lo tanto, la invención rompe con la práctica habitual con vistas a transferir, uno por uno, los elementos radiactivos que se encuentran bajo el agua hacia un embalaje seco. Esto es posible mediante la utilización de una cesta con blindaje radiológico en la que se alojan varios elementos radiactivos cuando aún se encuentran bajo el agua, extrayéndose a continuación esta cesta de la piscina para almacenarse en el embalaje, con objeto de su almacenamiento y/o transporte de estos elementos radiactivos.

65 De manera convencional, se entiende por "cesta" una estructura abierta que no está en absoluto diseñada para llevar a cabo el confinamiento de los elementos radiactivos que se almacenan en su interior. Por el contrario, la cesta está diseñada para dejar salir el agua durante la extracción de la piscina. Por lo tanto, no está previsto

preferiblemente sistema alguno de cierre en la cesta, garantizándose el confinamiento de los elementos radioactivos únicamente mediante el embalaje.

5 Dado que la cesta sirve de medio de traslado de los elementos radioactivos entre la piscina y el embalaje, ya no se requiere cuévano de traslado como en la técnica anterior. Por lo tanto, esto permite disminuir los costes de utilización del procedimiento de carga. Estos costes se reducen asimismo gracias a la optimización del tiempo de intervención, que es reducido por el hecho de cargar simultáneamente varios elementos radioactivos en el embalaje, pero también porque ya no es necesario realizar un abordaje del cuévano contra el embalaje. Esta reducción del tiempo de empleo se traduce también directamente por una reducción del tiempo de exposición de los operarios a la radiación.

Preferiblemente, cada elemento radioactivo reposa por gravedad en su cesta de almacenamiento. Este diseño facilita la etapa de carga en piscina de los elementos radioactivos en la cesta.

15 Preferiblemente, cada cesta presenta una pluralidad de alojamientos en cada uno de los cuales se almacena uno de los elementos radioactivos.

20 Preferiblemente, las etapas (a) a (c) están representadas varias veces, de manera que se carguen varias cestas en dicho embalaje. El hecho de prever varias cestas permite reducir el tamaño de las mismas y aporta, especialmente, una respuesta satisfactoria a las limitaciones de explotación ligadas al escaso volumen disponible en la piscina para recibir las cestas.

25 Las cestas alojadas en el embalaje definen entonces conjuntamente, preferiblemente, una superficie lateral exterior sensiblemente complementaria de la superficie lateral de una cavidad del embalaje en la que están alojadas. Por lo tanto, una vez almacenadas en la cavidad, las cestas están perfectamente sujetas en posición en esta misma cavidad, mediante complementariedad de forma. Esta particularidad puede elegirse asimismo cuando una única cesta está destinada a ir alojada en la cavidad del embalaje, cualquiera que sea la forma de esta cavidad, a la que se puede adaptar la superficie lateral exterior de la o de las cestas.

30 Preferiblemente, también están previstos medios de protección radiológica que equipan el embalaje. Por lo tanto, vienen a añadirse a aquellos que equipan la cesta de almacenamiento. Naturalmente, los medios de protección radiológica que equipan la cesta y el embalaje están previstos para responder a los criterios normativos de transporte y/o almacenamiento de los elementos radioactivos.

35 Preferiblemente, el embalaje se cierra por medio de una tapa después de cargar dicha cesta cargada con los elementos radioactivos en la cavidad del embalaje. Por lo tanto, esta cesta está dedicada a permanecer para siempre en el embalaje durante el transporte y/o el almacenaje de los elementos radioactivos, con objeto de formar un contenedor con el mismo.

40 Preferiblemente, cada cesta de almacenamiento aloja entre cinco y diez elementos radioactivos. Por lo tanto, cuando hay previstas dos cestas para ir alojadas en una misma cavidad de embalaje, este último está previsto para contener entre diez y veinte elementos radioactivos.

45 Preferiblemente, dichos elementos radioactivos son guías de racimo usadas o ensamblajes de combustible irradiados. Sin embargo, otros tipos de elementos radioactivos pueden verse afectados sin salir del marco de la invención.

50 Finalmente, la invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de transporte y/o de almacenamiento de elementos radioactivos que comprende, antes de dicho transporte y/o almacenamiento, el empleo del procedimiento de carga descrito anteriormente. Este transporte por vía pública y/o almacenamiento en planta se efectúa en consecuencia con la cesta blindada, cargada con los elementos radioactivos, alojada en el embalaje previsto al efecto.

55 Otras características y ventajas de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada no limitativa.

Breve descripción de los dibujos

Esta descripción se efectúa con relación a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 60 - la figura 1 representa una vista en corte de una parte de un reactor nuclear;
- la figura 2 representa una primera etapa de un modo de realización preferido del procedimiento según la invención, con vistas a la colocación, en piscina, de guías de racimo en dos cestas de almacenamiento blindadas;
- 65 - la figura 3 representa una vista detallada en perspectiva de las cestas de almacenamiento de la figura anterior, cargadas de guías de racimo;

- las figuras 4 a 5 representan una etapa posterior del procedimiento, con vistas a cargar las cestas de almacenamiento en un embalaje;

5 - la figura 6 representa una vista en corte transversal tomada según el plano P de la figura 5;

- la figura 7 representa una vista en perspectiva de una cuarta parte del contenedor formado por el embalaje y las cestas de almacenamiento alojadas en el mismo; y

10 - la figura 8 es una vista ampliada de una parte de la de la figura 7, en la que se han añadido cotas.

Exposición detallada de modos de realización preferidos

15 En primer lugar, con referencia a la figura 1, se muestra un reactor nuclear 1 del tipo con agua presurizada, según una configuración clásica que se describe brevemente a continuación.

20 El reactor comprende una cuba 2 en cuyo fondo están almacenados ensamblajes de combustible nuclear 4, que forman el corazón del reactor. Una placa superior de corazón 6 recubre los ensamblajes 4 y separa estos últimos de una serie de guías de racimo 8 cada una alineada con un ensamblaje de combustible 4. Las guías 8, en forma general de vaina, presentan un diseño en dos partes, es decir una parte superior 8a y una parte inferior 8b unidas una a otra por medio de una brida 42. Las guías de racimo están solidarizadas mediante esta brida 42 a una placa soporte de guías de racimo 10, para formar conjuntamente los Equipos Internos Superiores, asimismo denominados "EIS". Finalmente, un racimo de control 12 está asociado a cada una de las guías de racimo, siendo comandado por un mecanismo de comando 14 situado en parte por encima de la tapa 16 de la cuba.

25 Los racimos de control 12, también denominados racimos de comando, sirven para pilotar el reactor 1. Están formados por varias barras fabricadas con metales que absorben neutrones, y alojadas mediante deslizamiento en las guías de racimo 8. Dado que la reacción en cadena del reactor produce un exceso de neutrones, los racimos permiten el ajuste de la potencia. Además, en caso de incidente, están en condiciones de detener muy rápidamente la reacción nuclear insertándose mediante gravedad entre las barras de combustible de los ensamblajes 4, mediante deslizamiento a través de sus guías de racimo 8.

30 Debido a su posicionamiento por encima de los ensamblajes 4 en el reactor, la parte inferior de las guías de racimo 8 está fuertemente activada durante el funcionamiento del reactor. En consecuencia, esta parte presenta un elevado nivel de radiación gamma.

35 En el resto de la descripción, se describe un modo de realización preferido del procedimiento según la invención, con vistas a la carga de las guías de racimo 8 en un embalaje. Este procedimiento se emplea cuando las guías 8 están usadas y deben sustituirse por guías de racimo nuevas.

40 En primer lugar, se observa que el conjunto de los EIS se extrae previamente del reactor, y se almacena en una piscina de trabajo al lado de la cuba. A continuación, se desolidarizan las guías 8 de la placa soporte 10 (mostrada en la figura 1), y se almacenan en una o varias cestas de almacenamiento 30, específicas de la presente invención. Previamente, estas cestas pueden servir de dispositivos de almacenamiento para las guías de racimo nuevas destinadas a sustituir las guías usadas en el reactor. Por lo tanto, las guías nuevas se intercambian con las guías usadas 8 a medida del traslado de estas últimas hacia las cestas 30.

45 Cada cesta de almacenamiento presenta medios de protección radiológica, esencialmente frente a la radiación gamma. Estos medios adoptan aquí la forma de una pared lateral gruesa 32 de acero o material análogo, destinada a recubrir la parte inferior activada de las guías de racimo. En esta solución con dos cestas 30, cada una de las dos paredes 32 presenta una sección semicircular.

50 Cada cesta 30 define una pluralidad de alojamientos 34 en cada uno de los cuales está destinado a alojarse una guía de racimo 8, como se puede observar en la figura 2. Presenta una placa de cabezal 36 en la que se abren todos los alojamientos 34, participando asimismo esta placa en la sujeción de las vainas 38 que definen los alojamientos y se extienden en sensiblemente toda la altura de la cesta. Como se ha indicado anteriormente, en la parte inferior de la cesta 30, la pared lateral de blindaje 32 rodea las vainas 38, como se observa en las dos cestas aumentadas de la figura 3. En estas cestas 30, están previstas además una o varias placa intermedias 40 de sujeción de las vainas 38, así como una placa 41 de cierre de la zona sensible ensamblada en el extremo superior de la pared gruesa 32. Esta placa 41, asimismo atravesada por las vainas 38, sirve asimismo de protección radiológica frente a la radiación gamma.

55 Las guías de racimo usadas 8 se almacenan, por lo tanto, una por una en las cestas blindadas 30, siempre bajo el agua. Para ello, se emplean medios clásicos de manipulación para extraer cada guía del rack 20, y para almacenarla a continuación en uno de los alojamientos 34 de las cestas. A tal efecto, cada cesta presenta aquí siete alojamientos 34, de manera a recibir siete guías de racimo desgastadas 8.

Una vez almacenada en su alojamiento de cesta 34, cada guía 8 tiene únicamente su parte inferior 8b sumergida en la cesta, permaneciendo su parte superior 8a no activada en saliente hacia arriba a partir de la placa de cabezal 36. Se observa que la unión mecánica 42 entre la parte inferior y la parte superior de cada guía puede servir de tope
 5 contra esta placa de cabezal 36, con el fin de que la guía repose por gravedad en la cesta. Alternativamente, el extremo inferior de la guía podría venir en apoyo contra la placa de fondo de la cesta, no prevista en las realizaciones de las figuras 2 y 3. En este último caso, el fondo estaría perforado por una o varias aberturas para permitir vaciar y secar posteriormente el contenedor.

10 Asimismo, se observa que la pared lateral de blindaje 32 no se extiende en toda la altura de la parte inferior 8a de las guías de racimo, sino solo en la parte inferior más activada.

Una vez cargada una de las cestas 30 con sus siete guías de racimo 8, esta se extrae de la piscina siempre con la ayuda de medios de manipulación convencionales, para ser introducida a continuación en la cavidad 44 de un embalaje 50. A tal efecto, las vainas 38 de las cestas 30 están diseñadas para dejar escapar el agua durante la extracción de la piscina y evitar cualquier zona de retención de agua nefasta para el secado de la cavidad del embalaje una vez cargada. Durante la extracción de la cesta fuera de la piscina, esta cesta cargada con las guías de racimo no está rodeada de ningún otro elemento. En particular, está equipada con sus propios medios de protección radiológica, por lo que no necesita ser almacenada en un embalaje o similar para ser extraída de la piscina.
 15
 20

El embalaje 50 representado en las figuras 4 a 7 presenta un diseño clásico, es decir que comprende un fondo 52, un cuerpo lateral 54 y una tapa 56, con sus extremos opuestos pudiendo estar equipados con capós amortiguadores 58. El cuerpo lateral 54 forma asimismo medios de protección radiológica frente a la radiación gamma, mediante un fuerte grosor de material en los lugares afectados, siendo este material preferiblemente acero.
 25

Por lo tanto, el embalaje 50 define la cavidad 44 en la que las dos cestas cargadas 30 están destinadas a ir alojadas, y conservadas para las operaciones posteriores de transporte por la vía pública y/o de almacenamiento en planta. La cavidad 44 está entonces diseñada para realizar el confinamiento de los elementos radioactivos que tiene alojados, sin que la cesta contribuya a la realización de esta función. La figura 4 muestra la carga de la primera cesta 30, que se opera preferiblemente a la vertical desde la abertura superior del cuerpo lateral 54. La figura 4' muestra el embalaje con la primera cesta 30 cargada en la cavidad 44, mientras que la figura 5 muestra este mismo embalaje tras la carga de la segunda cesta 30, también realizado preferiblemente a la vertical. Una vez cargadas en la cavidad 44, estas cestas 30 reposan por gravedad en el fondo 52 del embalaje.
 30

35 Como se ha esquematizado en la figura 6, una vez las cestas 30 alojadas en el embalaje, las dos paredes 32 definen conjuntamente una superficie lateral exterior de sección circular, sensiblemente complementaria de la superficie lateral 60 de la cavidad 44 del embalaje. Esto permite a las cestas 30 sujetarse en posición en esta misma cavidad, mediante simple complementariedad de forma.

40 A continuación, se cierra la cavidad 44 mediante la tapa 56 del embalaje, como se muestra en la figura 7, encerrando así las cestas cargadas 30 en esta cavidad, para poder, a continuación, transportar y/o almacenar las guías usadas 8 por medio de este contenedor formado por el embalaje 50 y las cestas 30.

45 En la figura 8, se muestra la parte inferior de este contenedor, que comprende los medios de protección radiológica previstos en el embalaje 50 y las cestas 30.

A partir del fondo 52 del embalaje, en una altura d1, la pared lateral gruesa 32 de las cestas y la parte inferior maciza 54a del cuerpo lateral 54 se superponen radialmente, ofreciendo una protección radiológica máxima alrededor de la parte inferior activada de las guías de racimo. Esta altura puede ser del orden de 1.100 mm, para un grosor global de blindaje del orden de 215 mm, de los que 85 mm son procedentes de la pared 32 y 130 mm proceden de la parte inferior maciza 54a del cuerpo lateral 54. A continuación, el contenedor se prolonga en una altura d2 en la que se mantiene el grosor de la pared lateral 32 de las cestas, pero solo dos virolas concéntricas 54b forman el blindaje del cuerpo lateral 54. Estas dos virolas 54b presentan por ejemplo, cada una, un grosor del orden de 30 mm, y el espacio anular situado entre las mismas está eventualmente relleno de una espuma 54c. Esta configuración con dos virolas concéntricas se conserva hasta la proximidad del extremo superior del embalaje, mientras que las paredes 32 se detienen a nivel de la placa 41.
 50
 55

Por supuesto, el experto en la materia puede aportar diversas modificaciones a la invención que se acaba de describir, únicamente a modo de ejemplos no limitativos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de carga de elementos radioactivos (8) en un embalaje (50), que comprende las siguientes etapas sucesivas:
- (a) colocación, en piscina, de una pluralidad de elementos radioactivos (8) en una cesta de almacenamiento (30) equipada con medios de protección radiológica (32);
- 10 (b) extracción, fuera de la piscina, de la cesta (30) cargada con los elementos radioactivos (8); y
- (c) carga en el embalaje (50) de dicha cesta (30) cargada con los elementos radioactivos (8).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que cada elemento radioactivo (8) reposa por gravedad en su cesta de almacenamiento (30).
3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las etapas (a) a (c) se repiten varias veces, de manera que se carguen varias cestas (30) en dicho embalaje.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el que las cestas (30) alojadas en el embalaje (50) definen conjuntamente una superficie lateral exterior sensiblemente complementaria de la superficie lateral (60) de una cavidad (44) del embalaje en la que se alojan.
- 25 5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que están asimismo previstos medios de protección radiológica (54a, 54b) que equipan el embalaje (50).
6. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el embalaje (50) se cierra mediante una tapa (56) tras la carga de dicha cesta (30) cargada con los elementos radioactivos (8), en la cavidad (44) del embalaje.
- 30 7. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada cesta de almacenamiento (30) aloja entre cinco y diez elementos radioactivos (8).
8. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos elementos radioactivos son guías de racimo usadas (8) o ensamblajes de combustible irradiados.
- 35 9. Procedimiento de transporte y/o de almacenamiento de elementos radioactivos (8) que comprende, antes de dicho transporte y/o almacenamiento, el empleo del procedimiento de carga según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

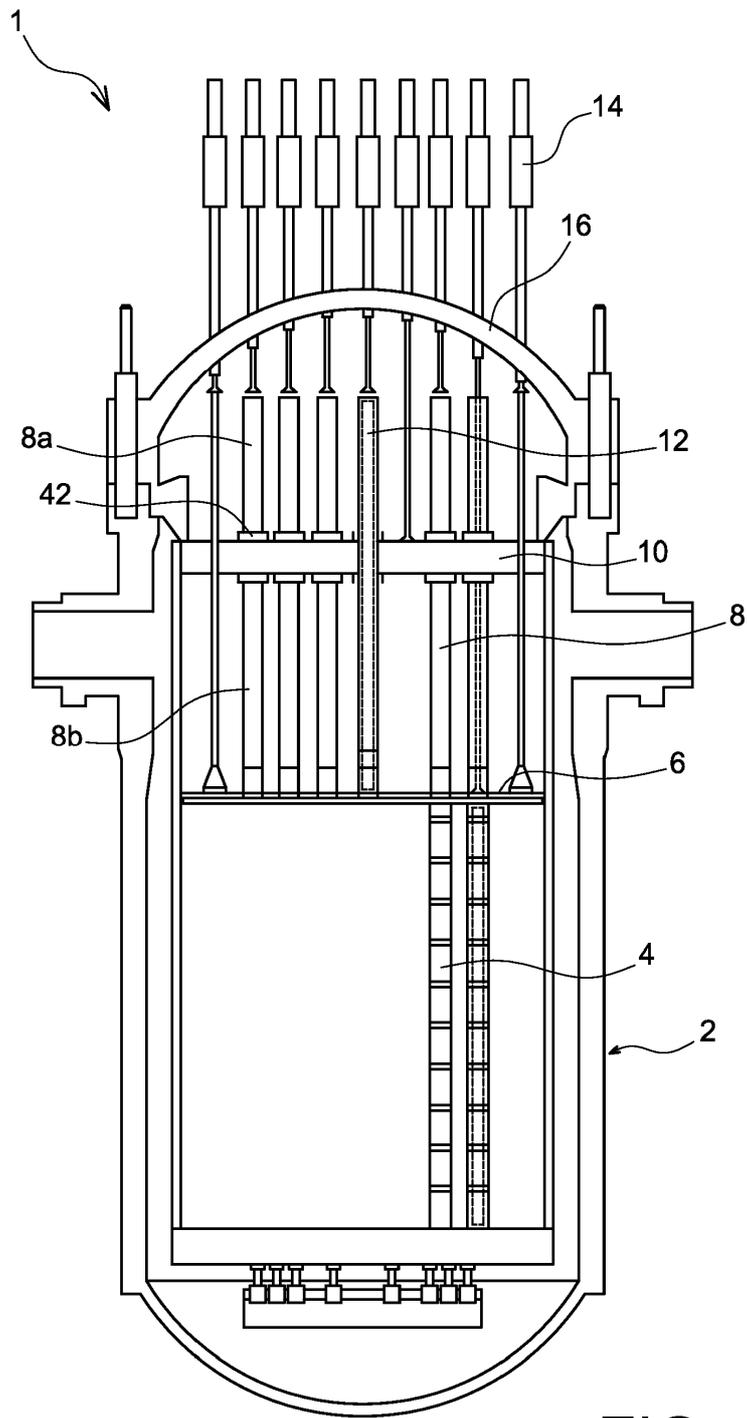


FIG. 1

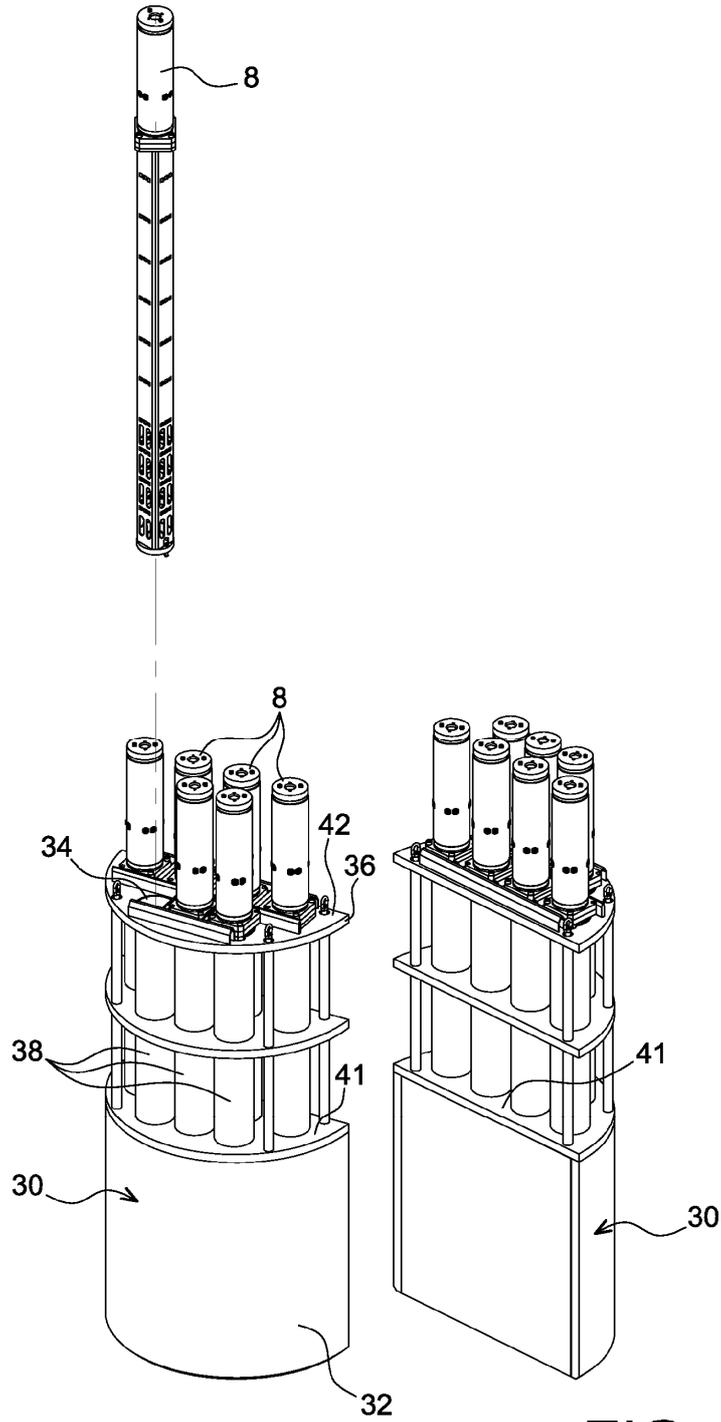


FIG. 2

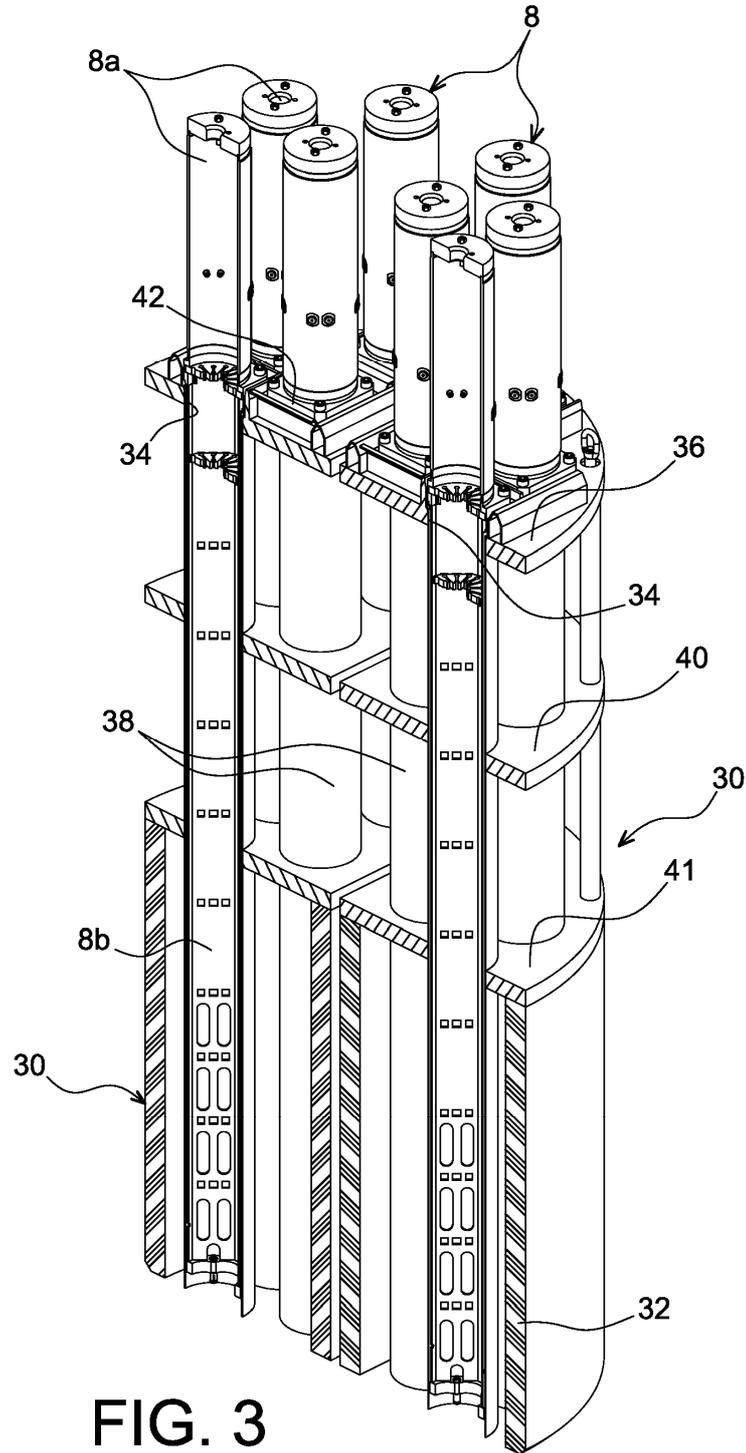


FIG. 3

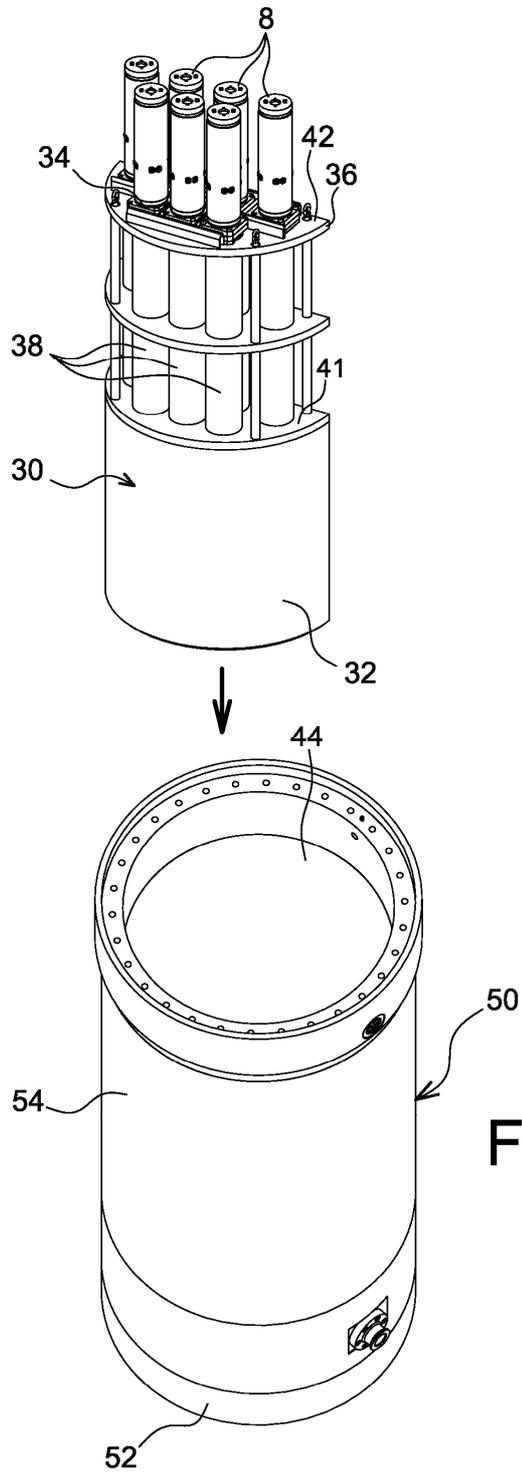


FIG. 4

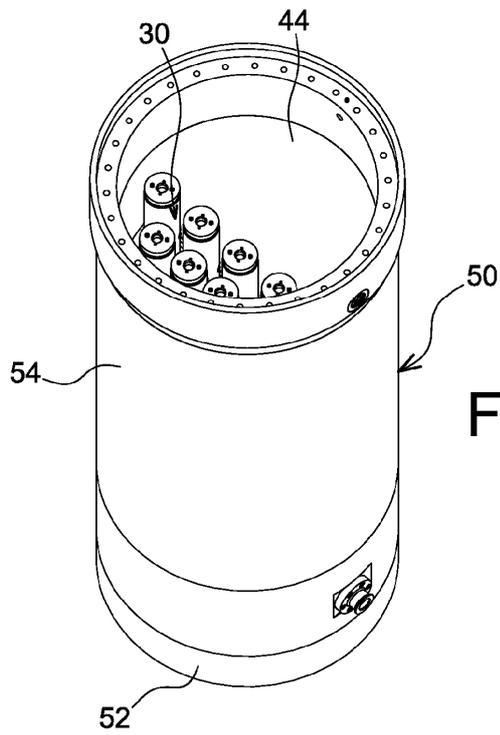


FIG. 4'

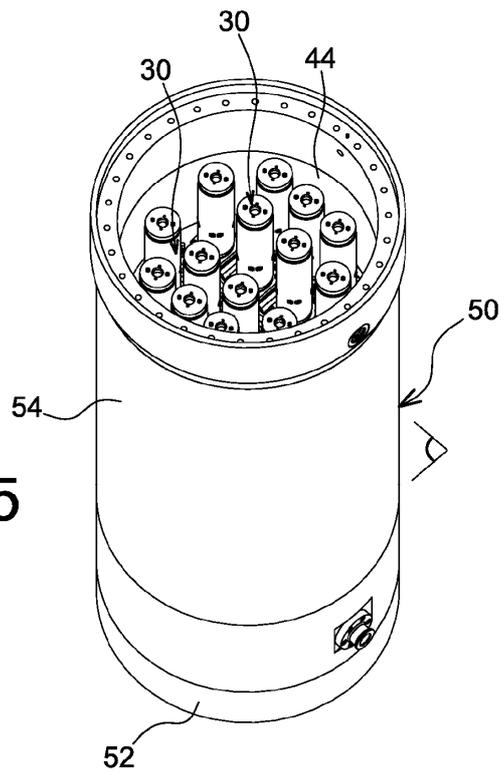


FIG. 5

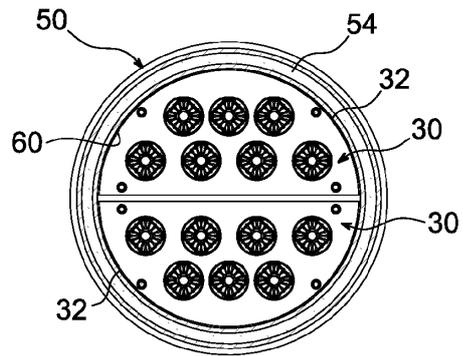


FIG. 6

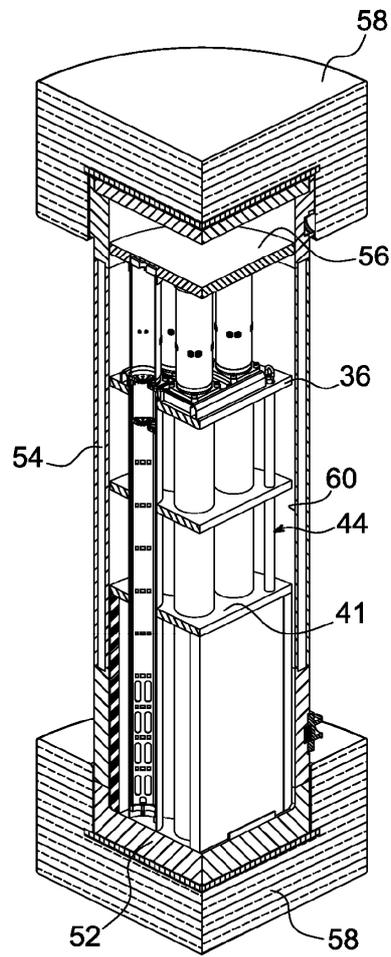


FIG. 7

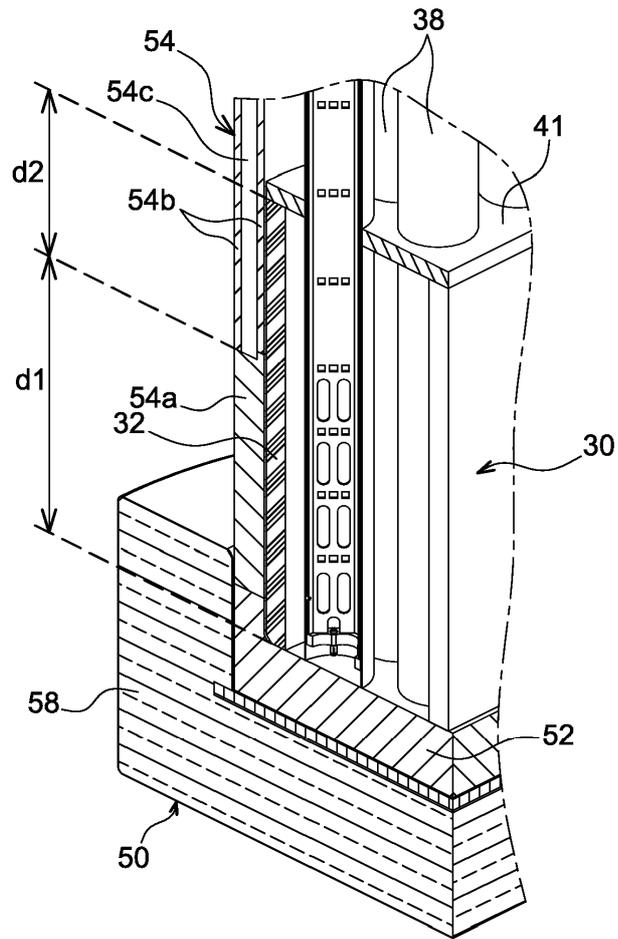


FIG. 8