

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 920**

51 Int. Cl.:

<b>G21F 5/10</b>	(2006.01)
<b>G21C 19/07</b>	(2006.01)
<b>G21C 19/40</b>	(2006.01)
<b>G21F 5/008</b>	(2006.01)
<b>G21F 5/012</b>	(2006.01)
<b>G21F 5/12</b>	(2006.01)
<b>G21F 5/14</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2013 PCT/US2013/022597**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13162656**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2013 E 13781208 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2805331**

54 Título: **Sistema para almacenamiento y transporte de combustible nuclear gastado**

30 Prioridad:

**19.01.2012 US 201261588550 P**

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

**16.11.2018**

73 Titular/es:

**TN AMERICAS LLC (100.0%)  
7135 Minstrel Way, Suite 300  
Columbia, MD 21045 , US**

72 Inventor/es:

**BRACEY, WILLIAM;  
VAN RIPER, THOMAS;  
WOLF, UWE;  
BONDRE, JAYANT, RAJABHAU;  
TAVASSOLI, KAMRAN y  
HAROON, RAHEEL**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 689 920 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

Sistema para almacenamiento y transporte de combustible nuclear gastado

5 **Referencia cruzada a la solicitud relacionada**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de Estados Unidos N.º 61/588550, presentada el 19 de enero de 2012.

10 **Antecedentes**

Parte de la operación de una central nuclear es la retirada y evacuación de conjuntos de combustible nuclear irradiado. Los reactores más antiguos originalmente se construyeron para almacenar una capacidad de tres a cinco años de conjuntos de combustible irradiado en un tanque de almacenamiento. Del tanque de almacenamiento, los conjuntos de combustible irradiado podrían volver a procesarse o enviarse a un almacenamiento a largo plazo. Sin embargo, como resultado de las incertidumbres en las políticas federales relacionadas con el reprocesamiento de combustible irradiado y también en el establecimiento de vertederos de combustible irradiado permanente, las instalaciones de almacenamiento de combustible irradiado en el sitio han alcanzado su capacidad máxima para almacenar estos conjuntos de combustible irradiado. Para evitar el cierre forzado de las centrales nucleares como resultado de la saturación de los tanques de almacenamiento, se han desarrollado y/o utilizado un número de conceptos de almacenamiento a corto plazo de combustible irradiado.

Uno de estos conceptos a corto plazo en uso es el almacenamiento en seco de combustible irradiado. No obstante, los desarrollos anteriores con relación al almacenamiento en seco de combustible irradiado en Estados Unidos anticipaban que esto sería una medida a corto plazo, con la retirada del combustible irradiado a un almacenamiento geológico más permanente requerido por la Ley Federal que entró en vigor en 1998. Como resulta evidente que esto no sucedería y que, mientras tanto, el almacenamiento en seco sería un esfuerzo a gran escala y más largo plazo, ocurrió el siguiente cambio en las demandas exigidas sobre los sistemas de almacenamiento en seco.

Como el inventario inicial del combustible irradiado, de bajo grado de quemado, enfriado durante mucho tiempo, que reside en piscinas se transfería al almacenamiento en seco, y como las centrales aumentaban el enriquecimiento y grado de quemado de su combustible, ha crecido la necesidad de almacenar combustible con una desintegración residual aún mayor. El combustible produce calor por la desintegración de los elementos radiactivos y, por tanto, el sistema de almacenamiento debe ser capaz de mantener el blindaje del combustible lo suficientemente refrigerado para que no se deteriore durante el periodo de almacenamiento en seco sin el uso de enfriadores activos, tales como ventiladores. Los sistemas anteriores se desarrollaron con una capacidad de aproximadamente 24 kW de desintegración térmica por sistema; las necesidades actuales están por encima de los 40 kW.

Se han desarrollado diversas estructuras para transportar y almacenar combustible irradiado en contenedores seguros. Un tipo de contenedor usa una estructura de red para formar compartimentos para localizar el combustible dentro de los contenedores de transporte y almacenamiento. La estructura de red tiene un diseño tipo "huevera" compuesto por placas transversales entrecruzadas. Sin embargo, las cestas existentes con diseño de huevera han usado materiales muy caros. Tales materiales incluyen, por ejemplo, acero inoxidable borado, perfiles extruidos de aluminio y boro enriquecido y compuestos por una matriz metálica. Por lo tanto, existe una necesidad de construir, transportar y almacenar contenedores de materiales de menor coste y más comunes.

Se desarrolló un sistema para almacenamiento de combustible irradiado seco modular horizontal, como se describe en la Patente de Estados Unidos N.º 4.780.269. Otro recipiente de almacenamiento y transporte para conjuntos de combustible nuclear, que comprende absorción mejorada de neutrones y propiedades de conducción de calor, se desvela en el documento de Patente US 2008/12379. Sin embargo, existe la necesidad de mejorar este sistema. Las realizaciones de la presente divulgación descrita en el presente documento se dirigen a satisfacer esta y otras necesidades.

55 **Sumario**

Este sumario introduce una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen adicionalmente a continuación en la descripción detallada. Este sumario no pretende identificar características clave de la materia objeto reivindicada, ni pretende ser usado como ayuda para determinar el alcance de la materia objeto reivindicada.

60 Un sistema para transporte y almacenamiento de combustible nuclear gastado desvelado en el presente documento potencia la transferencia de calor interna durante el almacenamiento mediante el uso eficiente de acero de alta resistencia para construir los contenedores de almacenamiento, permitiendo un mayor espacio para un material conductor, aluminio o cobre. El rechazo del calor externo al contenedor de almacenamiento de combustible se potencia por la aplicación mecánica de aletas al contenedor fuera de la superficie cilíndrica, o mediante el uso de protectores de térmicos eficientes y eficaces entre el contenedor y el módulo de almacenamiento de hormigón, incluyendo diseños que aumentan el área superficial para el rechazo del calor convectivo desde los protectores

térmicos, en comparación con los protectores térmicos convencionales.

La presente divulgación emplea materiales de bajo coste empleados de un nuevo modo para construir contenedores de transporte de almacenamiento de tipo "huevera" para el combustible irradiado. Las placas de la estructura de huevera emplean placas de acero de alta resistencia y baja aleación que encierran una lámina de aluminio fina de un material absorbente de neutrones de base metálica que forma una estructura escalonada funcionalmente donde el acero proporciona estabilidad estructural, el aluminio conduce el calor y el absorbedor de neutrones evita una reacción en cadena de los neutrones. En la reivindicación 1 se define un contenedor para transporte y almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear de acuerdo con la invención. Otras realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

### Descripción de los dibujos

Los aspectos anteriores y muchas de las ventajas obtenidas mediante esta divulgación se apreciarán más fácilmente cuando la misma se entienda mejor por referencia a la siguiente descripción detallada, cuando se toma junto con los dibujos adjuntos, en donde:

las FIGURAS 1-4 son diversas vistas de un sistema de almacenamiento de combustible irradiado seco modular horizontal diseñado previamente;

la FIGURA 5 es una vista isométrica de un módulo de almacenamiento en seco horizontal de acuerdo con la presente divulgación;

la FIGURA 6 es una vista similar a la FIGURA 5, pero con porciones del exterior del módulo retiradas, de modo que es visible la estructura interior del módulo;

la FIGURA 7 es otra vista de un grupo de módulos de almacenamiento situados lado a lado, mostrando el módulo en primer plano porciones retiradas, de modo que es visible el interior del módulo;

la FIGURA 8A es una vista fragmentada ampliada de una aleta de transferencia de calor usada en el módulo de almacenamiento en seco;

la FIGURA 8B es una vista similar a la FIGURA 8A de otra aleta de transferencia de calor usada en el módulo de almacenamiento en seco;

la FIGURA 9 es una vista isométrica de un módulo de almacenamiento en seco con una porción superior de la misma retirada;

la FIGURA 10 es una vista similar a la FIGURA 9, pero con protectores térmicos montados dentro del módulo de almacenamiento en seco;

la FIGURA 11 es una vista isométrica de la porción de cesta de un conjunto de contenedor de almacenamiento, con porciones eliminadas para ilustrar la construcción interior de la porción de cesta;

la FIGURA 12 es una vista ampliada de una placa usada en la formación de una porción de cesta mostrada en la FIGURA 11;

la FIGURA 12A es una vista fragmentada ampliada de cómo las placas que componen las porciones de cesta se interconectan opcionalmente entre sí, desviando los bordes de las láminas interiores de la placa de las láminas exteriores de la placa, de modo que las placas adyacentes pueden bloquearse juntas;

la FIGURA 13 es una vista fragmentada ampliada de una placa usada en la formación de la porción de cesta;

la FIGURA 14 es una vista fragmentada ampliada de la placa mostrada en la FIGURA 13 con un orificio transversal formado en su interior;

la FIGURA 15 es una vista similar a la FIGURA 14 pero con un orificio transversal de una configuración diferente;

la FIGURA 16 es una vista alternativa de la placa mostrada en la FIGURA 13 que muestra la manera en la que las capas exteriores solapan entre sí;

la FIGURA 17 es una vista similar a la FIGURA 16, que muestra una vista alternativa adicional de la placa con las capas exteriores unidas juntas en una junta de tope;

la FIGURA 18 es una vista fragmentada ampliada de una placa de cesta que muestra un modo en el que las capas de placa pueden sujetarse juntas;

la FIGURA 19A es una vista fragmentada ampliada de una configuración de raíl de transición colocado a lo largo del perímetro exterior del conjunto de cesta;

la FIGURA 19B es una vista fragmentada ampliada de otro conjunto de raíl de transición;

la FIGURA 20 es una vista de un conjunto de contenedor, con el conjunto de cesta 70 dispuesto en su interior;

la FIGURA 21 divulga una herramienta de puerto de drenaje para un conjunto de contenedor;

la FIGURA 22 es otra vista de la herramienta de puerto de drenaje;

la FIGURA 23 muestra el posicionamiento del conjunto de puerto de drenaje con respecto al conjunto de contenedor;

la FIGURA 24 es una vista adicional de la herramienta de puerto de drenaje;

la FIGURA 25 es una vista en sección transversal ampliada de ciertos aspectos del conjunto de puerto de drenaje; y

la FIGURA 26 es una vista fragmentada ampliada que muestra otros aspectos del conjunto del puerto de drenaje.

### Descripción detallada

Se describirá en primer lugar un sistema de almacenamiento de combustible (por ejemplo, gastado) irradiado seco

modular horizontal. Con referencia a las FIGURAS 1-4, se presenta un sistema de almacenamiento de combustible irradiado seco modular horizontal 10 de acuerdo con las realizaciones de la presente divulgación. Además, se describen procesos para almacenar el combustible irradiado. Como se expone con mayor detalle más adelante, los sistemas y procesos descritos en el presente documento son mejoras a los sistemas previos y procesos descritos en la Patente de Estados Unidos N.º 4.780.269 (como se ve en las FIGURAS 1-4). Haciendo referencia a la FIGURA 1, el sistema 10 usa un conjunto de contenedor con protección seca 12 diseñado especialmente, que se muestra con mayor detalle en las FIGURAS 5-10, como se describe con más detalle a continuación. El conjunto de contenedor 11 se inserta en un cofre de transferencia 14. El cofre de transferencia 14 y el conjunto de contenedor 11 pueden situarse, mediante una grúa 16, en una piscina de almacenamiento de combustible irradiado 18 llena de agua (véanse las FIGURAS 1 y 2). El combustible irradiado contenido en los conjuntos de combustible (véase, por ejemplo, el conjunto de combustible 20) puede almacenarse en la piscina 18.

Para retirar el combustible irradiado de la piscina 18, el combustible se pone en el conjunto de contenedor 11, y se fijan los sellos y cubiertas apropiadas (como se describe más adelante) al conjunto de contenedor 11 antes de que el cofre de transferencia 14 se retire de la piscina 18. Haciendo referencia a la FIGURA 2, tras la retirada de la piscina 18, se fuerza el agua fuera tanto del conjunto de contenedor 11 como del cofre de transferencia 14 con un gas presurizado que se aplica a través de puertos seleccionados del conjunto de contenedor y el cofre. El conjunto de contenedor 11 se seca adicionalmente usando una bomba de vacío para evacuar el agua residual del conjunto de contenedor 11. Después de la evacuación del conjunto de contenedor 11, se bombea helio gaseoso al conjunto de contenedor 11. A medida que el cofre de transferencia 14 (que contiene el conjunto de contenedor 11 y los conjuntos de combustible de irradiación 20) se retira de la piscina 18, se proporciona una protección para irradiación asociada para los conjuntos de combustible irradiados contenidos mediante tapones terminales protectores para el conjunto de contenedor 11 y el cofre de transferencia 14.

Haciendo referencia ahora a la FIGURA 3, el cofre de transferencia 14 puede cargarse en una posición horizontal sobre un tráiler de transferencia 22 que tiene un patín 24 diseñado especialmente. El patín 24 permite que el cofre 14 se mueva en tres dimensiones para permitir la alineación del cofre 14 con un módulo de almacenamiento horizontal 25, que puede verse en la FIGURA 4, para el almacenamiento en seco del conjunto de contenedor 11.

Haciendo referencia a la FIGURA 4, el cofre 14 se alinea con un puerto 28 en el módulo de almacenamiento en seco 25 para extraer el conjunto de contenedor 11 del cofre de transferencia 14 para su almacenamiento en el módulo de almacenamiento horizontal 25. En la realización ilustrada, un pistón hidráulico 30 puede insertarse, al menos parcialmente, a través de un segundo puerto 32 en el extremo opuesto del módulo de almacenamiento en seco 26 para extraer el conjunto de contenedor 11 del cofre de transferencia 14 para su almacenamiento en el módulo de almacenamiento horizontal 25. Como alternativa, podría usarse un guinche (no mostrado) u otro dispositivo de extracción en lugar del pistón 30 para extraer el conjunto de contenedor 11 del cofre de transferencia 14. Debe apreciarse adicionalmente que puede realizarse también la operación inversa de empujar el conjunto de contenedor 11 dentro del módulo de almacenamiento en seco 25.

Haciendo referencia a las FIGURAS 5-10, se proporcionan vistas detalladas de un módulo de almacenamiento en seco horizontal 26 mejorado. El módulo de almacenamiento en seco horizontal 26 incluye una carcasa 40 que tiene una sección superior 41. La carcasa 40 tiene forma de bloque o rectilínea y, preferentemente, está construida a partir de hormigón reforzado, que puede situarse sobre unos cimientos de soporte de carga 42 (véase, por ejemplo, la FIGURA 4). En un diseño previo, la carcasa 40 se formaba a partir de hormigón reforzado con barras corrugadas. Sin embargo, en el diseño mejorado, la carcasa 40 está reforzada con fibra metálica, como por ejemplo fibra de acero para aumentar la resistencia a explosión y terremoto, y proporcionar resistencia al agrietamiento a largo plazo. La fibra metálica reduce también la contracción y agrietamiento del hormigón a corto plazo, disminuyendo de esta manera la introducción de agua y aumentando también la resistencia a fisura térmica a largo plazo. En resumen, el uso de acero u otras fibras comparables para reforzar el hormigón aumenta la tenacidad, resistencia a la tracción, densidad y resistencia dinámica del hormigón. Debe apreciarse que los módulos de almacenamiento verticales, u otros módulos de almacenamiento (no mostrados), que tienen carcasas que están reforzadas con fibra metálica, por ejemplo, de fibra de acero, están también dentro del alcance de la presente divulgación. Asimismo, debe apreciarse que el uso de fibra metálica para reforzar el hormigón puede usarse en lugar de o además de las barras corrugadas primarias y secundarias usadas en la construcción de hormigón convencional. Asimismo, debe apreciarse que pueden usarse otras fibras de alta resistencia en lugar de o además de las fibras metálicas, tales como fibras de vidrio, fibras de vidrio o fibras de carbono.

La carcasa 40 incluye una entrada 44 en un extremo y un volumen interior 46 diseñado para recibir y contener un conjunto de contenedor 12. Incrustado en la carcasa 40 hay un conjunto de soporte 48 subyacente para soportar el conjunto de contenedor 12 cuando está totalmente insertado en la carcasa 40. El conjunto de soporte 48 puede estar configurado también para permitir que el conjunto de contenedor 12 se deslice fácilmente hacia dentro y hacia fuera de la carcasa 40. Como se muestra en las FIGURAS 5-7, el conjunto de soporte incluye conjuntos de rail 49 de deslizamiento paralelo que se extienden a lo largo de la carcasa en la porción inferior del volumen interior 46. Los raíles de deslizamiento pueden incluir tiras de deslizamiento compuestas de un material que es galvanolíticamente compatible con el contenedor 12, y duradero al nivel de radiación y la temperatura dentro del volumen interior 46. Los raíles de deslizamiento por sí mismos pueden estar compuestos por tal material o por un revestimiento, o puede

aplicarse un tratamiento superficial a los raíles de deslizamiento.

La carcasa 40 incluye un dispositivo de cierre 50 para cubrir la entrada 44. El dispositivo de cierre 50 puede construirse a partir de acero y/u hormigón y/u otros medio de protección frente a la radiación apropiada. El dispositivo de cierre incluye un tapón de cubierta 54 interno de forma redonda y una placa de tipo sombrero 52 externa, que está dimensionada para solapar en la pared delantera de la carcasa que rodea la entrada 44. El tapón húmedo 54 encaja perfectamente dentro de la entrada 44. Como puede verse en las FIGURAS 5 y 6, el dispositivo de cierre 50 puede situarse apropiadamente en su sitio cuando se dispone un conjunto de contenedor 12 en el módulo 26.

Haciendo referencia a la FIGURA 7, la carcasa 40 puede diseñarse y configurarse para permitir que carcasas similares 40 se sitúen adyacentes a otras carcasas, pudiendo interbloquearse entre sí. Por lo tanto, diversas carcasas pueden apilarse juntas en serie para proporcionar protección adicional para minimizar las fugas de radiación.

Haciendo referencia a las FIGURAS 6 y 7, el módulo de almacenamiento en seco 26 horizontal puede incluir un conjunto de disipación de calor 60. En la realización ilustrada, el conjunto de disipación de calor 60 incluye una pluralidad de aletas 62 curvas, relativamente finas, separadas a lo largo del módulo 26. Las aletas 62 están rebajadas sobre o sujetadas como una concha de almeja sobre la superficie exterior del conjunto de contenedor 12 después de que el conjunto se instale en el módulo 26. Las aletas 62 potencian la transferencia de calor convectivo de la superficie del contenedor al aire que fluye a través del módulo 26.

Como puede verse en la FIGURA 6, en una realización de la presente divulgación, el conjunto de disipación de calor 60 consiste en una serie de aletas curvas que están montadas en el lado inferior de una barra longitudinal 64. La barra, a su vez, depende de una serie de varillas 66 que se extienden a través de la sección superior 41 de la carcasa 40 para terminar en las porciones del extremo superior roscado que se engrana con las sujeciones roscadas 66. El conjunto de disipación de calor se repliega inicialmente, se sitúa en la parte superior o tejado el módulo 26 por rotación de las sujeciones 66 en las varillas 64. Una vez que el conjunto de contenedor 12 se ha insertado dentro del módulo 26, se usan las sujeciones 46 para bajar la barra 64 y las aletas 62 asociadas hacia abajo sobre la superficie superior del contenedor.

Aunque en la FIGURA 6, los extremos roscados superiores de las barras 64 se muestran como sobresalientes por encima de la superficie superior de la sección superior de la carcasa 41, en lugar del extremo superior de las varillas 64, así como una sujeción roscada 66, pueden disponerse por debajo de la superficie superior de la sección superior 41. En este sentido, pueden formarse pocillos o casquillos en la superficie superior de la sección superior 41, de modo que una vez que el conjunto 60 se ha desplegado hacia abajo contra el conjunto de contenedor 12, los pocillos o casquillos pueden encajarse o asegurarse de otra manera para cerrarlo.

Más que construirse como se muestra en la FIGURAS 6 y 7, el conjunto de disipación de calor 60 puede construirse en dos secciones separadas, cada sección articulada al interior de la carcasa 40, por ejemplo, a lo largo de las porciones del lado inferior de la carcasa. Una vez que el conjunto de contenedor 12 se ha instalado en el módulo 26, tales secciones de aleta articulada podrían hacerse girar para apoyarse contra el exterior del conjunto de contenedor 12 en una disposición similar a una concha de almeja.

Más que en la construcción del conjunto de disipación de calor 60 como una unidad móvil, el conjunto puede formarse a partir de aletas estacionarias, como por ejemplo las aletas 62' o 62" mostradas en las FIGURAS 8A y 8B. Se proporcionan interfaces de transmisión de calor flexibles 68 o 69 a lo largo de los bordes de las aletas 62' y 62", que están orientadas hacia el contenedor 12. En la FIGURA 8A, la interfaz 64 está en forma de una forma bulbosa hueca que puede deformarse cuando el contenedor 12 se desliza dentro del módulo 26. Como se muestra en la FIGURA 8A, la interfaz forma una forma ovalada o elíptica cuando se presiona contra el exterior del conjunto de contenedor 12. En la FIGURA 8B, la interfaz está en forma de un conjunto de reborde flexible 69 que se flexiona y presiona contra el exterior del conjunto de contenedor 12 cuando el contenedor se desliza en su sitio dentro del módulo 26. Como se ha indicado anteriormente, ambas de estas interfaces son altamente conductoras del calor. Las aletas 62 pueden estar construidas de aluminio o cualquier otro metal adecuado o material no metálico diseñado para la conducción y recogida de calor.

Haciendo referencia a la FIGURA 9, puede proporcionarse uno o más puertos de acceso 92 en la pared delantera del módulo 26 y en la placa 50 para inspeccionar el espacio interior 46 del módulo 26 y la superficie del conjunto de contenedor 12 durante el servicio a largo plazo, acontecimientos fuera de lo normal, etc. Como se observa en la FIGURA 9, los puertos 92 pueden cerrarse mediante tapones protectores 94 adecuados. Los puertos 92 pueden tener diversas configuraciones en diversas localizaciones de la pared delantera y la placa 52.

Haciendo referencia a la FIGURA 10, los protectores térmicos tubulares 96 están situados en el espacio interior 46 del módulo para aumentar el área superficial para transmitir el calor radiante del contenedor 12 al aire que fluye a través del módulo 26 con respecto a si el protector está compuesto por una placa plana, mientras que, al mismo tiempo, protegen la carcasa 40 (que está hecha de hormigón armado) del calor excesivo. Los protectores térmicos

96 pueden estar compuestos por tubos metálicos convencionales de sección transversal cuadrada o rectangular, por ejemplo, de acero o aluminio, u otro material conductor del calor. Los tubos individuales pueden asegurarse adyacentes unos a otros por soldadura, sujeción mecánica u otros medios convenientes. Una sujeción mecánica podría incluir varillas que se extienden transversalmente a través de los tubos. Como alternativa, podrían extenderse tirantes transversales transversalmente sobre el exterior de los tubos, con los tirantes soldados o sujetos de otra manera a los tubos. Asimismo, la superficie de los protectores 96 orientada hacia el contenedor 12, puede tratarse para aumentar su emisividad radiante y, de esta manera, aumentar su capacidad de absorber o capturar de otra manera el calor infrarrojo del conjunto de contenedor 12. Los protectores tubulares 96 están montados en las paredes laterales interiores y paredes superiores de la carcasa 40 mediante soportes adecuados para, de esta manera, separar los protectores de las paredes adyacentes de la carcasa 40. Esto proporciona una capa relativamente fría de aire entre el protector y la pared de hormigón del conjunto de contenedor 12 para proteger así el hormigón del calor excesivo, que por supuesto puede debilitar la integridad estructural del hormigón.

Más que usar protectores térmicos 96 de construcción tubular, los protectores térmicos pueden tener otras construcciones que incluyen una o más placas sustancialmente planas o una placa de construcción ondulada, tomando la ondulación muchas formas para su sección transversal, tal como semicircular, rectilínea, triangular, etc. También, por supuesto, estas construcciones alternativas para protectores térmicos 96 pueden estar compuesta de diversos materiales que tienen diferentes niveles de absorción de calor radiante y de conducción de calor.

Como se ha indicado anteriormente, los protectores térmicos 96 potencian la capacidad de rechazo de calor global del conjunto de contenedor 12 aumentando el área superficial para rechazo de calor. El protector térmico se calienta tanto por radiación como por el aire que fluye desde el contenedor a la superficie cercana del protector por convección natural. Los protectores térmicos tubulares u ondulados aumentan el área superficial en comparación con un protector térmico plano, haciendo de esta manera que el protector térmico sea más efectivo para transferir calor al aire más frío que fluye dentro de los tubos que componen los protectores 96, así como el aire que fluye entre los tubos y la pared de hormigón de la carcasa 40. Esto aumenta directamente el área superficial disponible para transferir calor lejos del contenedor 12. Asimismo, los tubos que componen el protector 96 proporcionan dos superficies de protección separadas, una orientada hacia el contenedor y una orientada hacia la pared de hormigón, aumentando de esta manera la capacidad del protector 96 de servir como barrera térmica y proteger las paredes de hormigón de la carcasa 40 del sobrecalentamiento.

Haciendo referencia a la FIGURA 11, se describirá ahora con mayor detalle un conjunto de cesta 70 que se dispondrá en el contenedor 12 para contener conjuntos de combustible 20. El conjunto de cesta 70 está en forma de una gradilla situada internamente al conjunto de contenedor 12 para localizar y soportar los conjuntos de combustible durante el almacenamiento y transporte.

Haciendo referencia a las FIGURAS 11, 12 y 12A, el conjunto de cesta 70 tiene una estructura compuesta de placas 72 escalonadas funcionalmente que se interconectan en una matriz entrecruzada o de "huevera" para definir una pluralidad de tubos 74 (de sección transversal cuadrada o rectilínea) para recibir conjuntos de combustible individuales. Las placas 72 están formadas en una pluralidad de capas para la estructura, transferencia de calor y absorción de neutrones, como se describe más completamente más adelante.

Haciendo referencia específicamente a las FIGURAS 13-17, las placas 72 incluyen una estructura multicapa. De acuerdo con la invención, las placas 72 tienen una estructura de cuatro capas que incluye una primera y segunda capas de acero externas 80 y 82, una capa interior 84 conductora del calor, y una capa absorbidora de neutrones 86. Como un ejemplo no limitante, las capas exteriores de acero 80 y 82 pueden ser de acero de baja aleación y alta resistencia, acero de alta resistencia, acero al carbono, acero inoxidable u otros materiales comparables. La capa conductora del calor 84 se fabrica de aluminio o cobre. Como un ejemplo no limitante, la capa absorbidora de neutrones 86 puede fabricarse de un material ya sea metálico, cerámico o compuesto, que contenga un elemento que absorbe neutrones térmicos. Tales materiales se seleccionan del grupo que consiste en boro, cadmio y gadolinio. Como tal, la capa 86 puede estar compuesta de una composición de matriz metálica, tal como un material compuesto por partículas de carburo de boro finas en una matriz de aluminio o aleación de aluminio. La matriz de aluminio puede consistir en 99 % de aluminio puro.

Las placas 72 pueden incluir sujeciones enrasadas 76 para asegurar las capas de la placa entre sí en una relación cara a cara, véase la FIGURA 18. Las sujeciones adecuadas 76 pueden incluir, por ejemplo, sujeciones roscadas, remaches o juntas soldadas. En las realizaciones ilustradas de las FIGURAS 14 y 15, orificios 88 para recibir las sujeciones 76 pueden formarse por punzonado, perforación u otros métodos en las placas 72.

Haciendo referencia a la FIGURA 18, se muestra una sujeción limitante de par de torsión roscada 76 a modo de ejemplo, que está enrasada con las superficies exteriores de la placa 72, en ambos lados. La sujeción tiene una sección de perno 76A compuesta de un cabezal biselado 76B y una caña 76C. La sección roscada 76D se engrana con el interior de una tuerca roscada 76E, que también tiene un cabezal biselado 66F. Los cabezales biselados 76B y 76F hacen fondo contra avellanadores biselados formados en las capas 80 y 82. Entonces, la sujeción 76 se engrana totalmente en las cabezas 76B y 76F de las sujeciones que están enrasadas con o por debajo de las superficies exteriores de las capas de placa 80 y 82.

En una realización de la presente divulgación, las capas de las placas 72 se cobresuedan en horno juntas. Las construcciones a modo de ejemplo para las placas cobresoldadas en horno 72 se muestran en las FIGURAS 16 y 17. Haciendo referencia a la FIGURA 16, los bordes de las capas 80 y 82 se doblan alrededor y uno sobre otro de una forma solapante en 89A para añadir resistencia al combado. Haciendo referencia a la FIGURA 17, los bordes doblados de las capas 80 y 82 se sueldan entre sí a lo largo de una junta de tope 89B para formar una estructura tubular rígida con los otros componentes (capas 84 y 86) encajados dentro del tubo.

En una realización de la presente divulgación, las placas 72 pueden incluir un blindaje de óxido negro en una o ambas capas de acero 80 y 82 para proporcionar transferencia de calor de radiación mejorada de los conjuntos de combustible (no mostrado) al conjunto de cesta 70. Además, las superficies exteriores de las placas 72 pueden incluir además un blindaje de dióxido de silicio hidrófobo para mejorar la evacuación de agua y, de esta manera, reducir el tiempo de secado.

Las placas 72 pueden construirse de diferentes espesores y anchuras. El espesor de las placas puede depender de diversos factores, incluyendo el peso del combustible que se transporta y almacena, la cantidad de conducción de calor deseada por la capa 84, así como el nivel de absorción de neutrones deseado para una capa 86.

Las anchuras de la placa 72 pueden depender de la longitud global del conjunto de cesta 70, puesto que tal longitud está compuesta de placas 72 apiladas longitudinalmente unas sobre otras. Como un ejemplo no limitante, la placa 70 puede variar de anchura de aproximadamente 25,4 cm (10 pulgadas) a aproximadamente 40,64 cm (16 pulgadas) o incluso más anchas.

El conjunto de cesta 70 mostrado en la FIGURA 11 está compuesto por placas 72 que se ajustan entre sí de una manera entrecruzada o de "huevera". Haciendo referencia también a las FIGURAS 11, 12 y 12A, las placas 72 tienen ranuras transversales 73 que se extienden un cuarto del camino a través de la anchura de la placa. En consecuencia, cuando las placas 72 se ajustan juntas de modo que las ranuras 73 de las placas entrecruzadas se engranan entre sí, las placas adyacentes en la dirección vertical coinciden entre sí. De esta manera, se forma una pluralidad de celdas verticales 74 para la altura completa del conjunto de cesta 70. Idealmente, cada una de las celdas 74 es solo ligeramente más grande en la sección transversal que los conjuntos de combustible nuclear que están contenidos o almacenados en el conjunto de cesta 70.

Como se apreciará en la parte más superior e inferior del conjunto de cesta 70, las placas 72 son solo la mitad de anchas que en el resto de la altura del conjunto de cesta. Además, la ranura 73 en las placas más superior y más inferior 72 se extiende a medio camino a través de la anchura de tales placas. En consecuencia, los bordes inferiores de todas las placas entrecruzadas más inferiores están en el mismo plano. Además, en la parte superior del conjunto de cesta 70, los bordes superiores de las placas entrecruzadas más superiores 72 también tienen la misma elevación.

Haciendo referencia específicamente a la FIGURA 12A, como una construcción opcional del conjunto de cesta 70, los bordes longitudinales de las placas 72 se forman con un surco 74 que se extiende a lo largo de los bordes superior e inferior de cada una de las placas 72. El surco está dimensionado para recibir una barra de ajuste exacto o llave 75 que está dimensionada para ser recibida de forma precisa dentro de los surcos 74 opuestos de las placas adyacentes 72. La varilla o barra 74 pasa a través de las aberturas 75A formadas en las placas 72, alineada con las dos ranuras opuestas 73 en la placa 72 y a medio camino entre tales ranuras opuestas 73. Como se apreciará por la construcción anterior, las barras 72 bloquean juntas las porciones de borde adyacentes de placas adyacentes 72 para formar una construcción muy rígida para el conjunto de cesta 70. La anchura del surco 74 puede ser el espesor de las capas internas de placa 84 y 86. En tal caso, el surco 74 se forma extendiendo las capas externas 80 y 82 más allá de los bordes de las capas internas 84 y 86.

Haciendo referencia a la FIGURA 19A y 19B, pueden diseñarse raíles de transición 90 y 92 para su colocación a lo largo del perímetro exterior del conjunto de cesta 70 para ayudar a formar la forma estructural externa cilíndrica del conjunto de cesta 90 cuando se recibe en un conjunto de contenedor 12, véase la FIGURA 11. En este sentido, los raíles 90 y 92 pueden estar configurados como raíles de aleación de aluminio colada o extruida para proporcionar resistencia y resistencia a la deformación permanente al conjunto de cesta, expuesto a largo plazo a conjuntos de combustible a alta temperatura. El raíl de transición 90, mostrado en la FIGURA 19A, es generalmente triangular en su sección transversal y tiene un lado curvado exterior o superficie 91 de una curvatura transversal correspondiente a la curvatura externa global del conjunto de cesta 70, mostrado en la FIGURA 11. Para proporcionar integridad estructural al raíl 90, puede utilizarse un soporte o abrazadera interior 91A. Como se ilustra en la FIGURA 19A, la abrazadera 91A se muestra en forma de un miembro tubular rectangular. Se forman orificios pasantes 91B en la abrazadera 91A en alineación con los orificios correspondientes formados en la pared adyacente 91C del raíl de transición 90 a través del cual pueden engranarse las sujeciones apropiadas. Tales sujeciones, mostradas en la FIGURA 11, se extienden también a través de placas adyacentes 72 del conjunto de cesta. Se apreciará que esta construcción ayuda a crear la cesta 70 como una estructura muy rígida. A diferencia del área de la sección transversal tomada por las paredes de la abrazadera 91A, el interior del raíl de transición 90 es hueco, para minimizar el peso del raíl y también para permitir que pase el aire a través del mismo para ayudar en la disipación de calor. Como se muestra en la FIGURA 11, se usan dos conjuntos de raíles 90 en cada cuadrante de la cesta 70.

Se usan también dos conjuntos de raíles de transición 92 en cada cuadrante de la cesta 70. Los raíles de transición 92 son más finos en la sección transversal que los raíles 90, pero incluyen una superficie exterior curva 93 de una curvatura transversal correspondiente al diámetro externo de la cesta 70. Los raíles 92 incluyen una abertura longitudinal 93A para la recepción de un tubo de refuerzo 93B que se extiende longitudinalmente a través del raíl. El tubo de refuerzo 93B se proporciona para ayudar a rigidizar el raíl 92. Por supuesto, pueden usarse miembros de refuerzo de otras formas, en lugar del tubo 93B. Asimismo, a través de las cavidades 93C y D, se extienden longitudinalmente a través del raíl 92. Estas cavidades ayudan a reducir el peso del raíl de transición sin reducir significativamente la integridad estructural del raíl. Además, puede fluir aire a través de las cavidades 93C y 93D, extendiéndose la longitud del raíl de transición 92, para ayudar de esta manera a disipar el calor generado por los conjuntos de combustible 20 dispuestos dentro de la cesta 70. El raíl de transición 92 se asegura a placas adyacentes 82 mediante sujeciones 93E que se extienden a través de aberturas alineadas formadas en la placa 72 y en los raíles 92, véase la FIGURA 11. Asimismo, cuando está en su sitio, el surco 93F formado en la sección de la pared interior del raíl de transición 92 coincide con las porciones terminales de las placas 72 que sobresalen más allá de la placa transversal 72 más externa, por ejemplo, como se muestra en la FIGURA 11. Esta relación de interbloqueo con los extremos de la placas 72 ayuda también a la rigidez de la construcción de la cesta 70.

Volviendo a la FIGURA 7, se muestra un conjunto de contenedor 12 en un módulo 26. Haciendo referencia ahora a la vista en sección transversal de la FIGURA 20, el conjunto de contenedor 12 es un recipiente sustancialmente cilíndrico que tiene una carcasa exterior 96 y un extremo distal 98 y está diseñado para contener un conjunto de cesta 70 para el almacenamiento y transporte de combustible. El conjunto de contenedor 12 incluye, además, un conjunto de cierre 100 en su extremo proximal, como se describe con mayor detalle a continuación. El combustible de reactor de peso más ligero está en el intervalo de aproximadamente 3,71 m a 5,11 m (de 146 a 201 pulgadas) de longitud. Como tal, el conjunto de contenedor 12 se construye a una longitud correspondiente a la longitud del combustible del reactor. Como se ha analizado anteriormente con referencia a la FIGURA 2, el conjunto de contenedor 12 debe secarse después de que se haya retirado de la piscina 18. En este sentido, el agua debe drenarse tanto del conjunto de contenedor 12 como del cofre de transferencia 14 que rodea al conjunto de contenedor 12. Véase, por ejemplo, la FIGURA 2.

Haciendo referencia a las FIGURAS 21-23, de acuerdo con una realización de la presente divulgación, se ha diseñado un conjunto de contenedor 12 con un conjunto de cierre terminal 100 que incluye un tapón protector 102 y una placa de cubierta superior interna 104 hacia fuera del tapón protector y un única purga integrada y una herramienta de puerto de drenaje 106. El tapón protector y la placa de cubierta superior interna 104 cierran el extremo proximal de la carcasa externa 96. El tapón protector es relativamente fino y puede estar compuesto por un material para contener los conjuntos de combustible nuclear dentro del conjunto de contenedor. Tales materiales pueden incluir, por ejemplo, acero, plomo, volframio y uranio agotado. La herramienta de puerto integrada 106 tiene la capacidad de drenar agua y también proporcionar un gas inerte (por ejemplo, helio) en la cubierta para los conjuntos de combustible 20. Por lo tanto, el conjunto de contenedor 12 incluye medios para controlar el gas que entra al interior del conjunto de contenedor 12 mientras el agua se está bombeando hacia fuera.

La herramienta de puerto 106 de las FIGURAS 21-23 puede estar configurada como un adaptador para reemplazar el drenaje separado y los puertos de purga que se usan convencionalmente en conjuntos de contenedor existentes. En la realización ilustrada de las FIGURAS 21-23, la herramienta de puerto 106 generalmente incluye un cuerpo adaptador 108 que se extiende a través de la placa de cubierta superior interna 104 y en el tapón protector 102. El conjunto de puerto 106 incluye también una purga 110 en comunicación con el interior del conjunto de contenedor 12 para suministrar gas al conjunto de contenedor y un tubo de retirada de agua 112, que se extiende a través de un pasaje central formado en el cuerpo 108, para que el agua salga del conjunto de contenedor 12. La purga 110 está compuesta de un conector externo 111 que está conectado al pasaje de purga 114 formado en el cuerpo adaptador 108. En la FIGURA 22, se muestra que la purga 110 consiste en un tubo 111 que se extiende a través de un pasaje de purga que se extiende a través del cuerpo adaptador 108. Durante el uso, se suministra gas a la purga 110. El agua puede bombearse a través del tubo 112 o forzarse fuera del tubo 112 mediante la presión de gas aplicada en la purga 110.

El cuerpo adaptador 108 de la herramienta de puerto 106 puede fijarse a la placa de cubierta superior interna 104 mediante cualquier medio adecuado, incluyendo roscado, un bloqueo de bayoneta, una brida de tomillo, o una rosca rápida desde arriba. Se muestra a modo de ejemplo una fijación roscada 114 en la realización ilustrada en la FIGURA 22. Además, una pluralidad de juntas de tipo *x-ring* elastoméricas 115A y juntas tóricas 115B aseguran un sello hermético entre el conjunto de puerto 16 y la placa de cubierta superior interna 104. Las juntas tóricas 115A se disponen también entre el tubo de retirada de agua 112 y el pasaje que se extiende a través del cuerpo adaptador 108.

Se forma un puerto mediante una copa 116 soldada bajo la placa de cubierta superior interna 104. La copa 116 tiene un orificio central 118 para recibir el tubo de retirada de agua 112. El orificio 118 tiene un diámetro que se ha dimensionado ligeramente mayor que el diámetro externo del tubo de retirada de agua 112 para proporcionar una trayectoria de flujo anular para el gas de relleno que entra desde la purga 110. El tubo de retirada de agua 112 puede ser un tubo de drenaje retirable que se extiende a lo largo de la longitud del conjunto de contenedor 12.

En la FIGURA 23 puede verse una vista superior de la herramienta de puerto 106 en el conjunto de contenedor 112. El puerto está localizado en el perímetro de la cesta, como puede verse en la vista oculta a través de la cubierta exterior 104, como se observa desde la parte superior de la FIGURA 23.

5 El puerto y la herramienta de puerto 106 proporcionan ventajas sobre los puertos de drenaje existentes. Estas ventajas incluyen unos costes de fabricación reducidos, por la capacidad de proporcionar un puerto más profundo en una placa inferior relativamente fina, más que las placas de cubierta gruesas o bloques de purga y drenaje usados comúnmente. Además, el conjunto de puerto de la presente divulgación reduce el tiempo de operación y dosis reduciendo el número de puertos que es necesario cerrar (de dos a uno), y mediante el uso del cuerpo adaptador grueso 108 que actúa como un protector de radiación. Deslizándolo el tubo 112 en el cuerpo adaptador 108, el hueco entre el fondo del tubo y el extremo inferior del contenedor puede ajustarse para optimizar la retirada de gotas aspiradas, optimizando así la retirada de toda el agua del conjunto de contenedor 12. Además, debido a que el tubo 112 se retira completamente durante el secado al vacío, como se muestra en la FIGURA 24. La gran abertura mejora la conductancia para el secado al vacío, que reduce también el tiempo de secado, optimizando la retirada de toda el agua del conjunto de contenedor 12. Además, el conjunto de puerto 106 mejora la conductancia para el secado al vacío, lo que reduce también el tiempo de secado.

20 Se describirán ahora las operaciones de carga de combustible. Después de que el combustible se ha cargado en el conjunto de contenedor 12 (véase, por ejemplo, la FIGURA 1), el tapón protector 102 (mostrado en las FIGURAS 21 y 22) se instala mientras que el conjunto de contenedor 12 y el conjunto de cofre 14 circundante aún permanecen bajo el agua. La orientación rotacional del conjunto de contenedor dentro del conjunto de colada está controlada por una llave en la pared lateral del conjunto de contenedor 12. El tapón protector 12 no se engrana a un tubo de drenaje.

25 Se inserta una manguera corta en el conjunto de contenedor 112 para drenar el agua necesaria del conjunto de contenedor 12 y la cubierta superior interna 104 se instala después de que se haya ajustado el conjunto de cofre 14. La cubierta superior interna 104 después se suelda y el tubo de drenaje 112 y la herramienta de puerto 106 se instalan entonces.

30 Después de que se hayan instalado el tubo de drenaje 112 y la herramienta de puerto 106, el tubo de drenaje 112 se empuja al fondo del contenedor 112, después se levanta aproximadamente 3/8 de pulgada (10 mm) y se asegura con un collarín de bloqueo, no mostrado. El suministro de gas inerte (por ejemplo, helio) se fija al tubo de purga 110, y la bomba de agua se fija al tubo de drenaje de agua 112. Se inicia el flujo de gas y el bombeo de agua. En este sentido, la presión de gas bajo el conjunto de puerto 106 debería ser ligeramente positiva.

35 Al primer signo de cavitación (aire en la bomba de agua), el tubo de drenaje 112 se baja y el bombeo continúa hasta que ya no queda agua que bombear hacia fuera. La bomba de agua se desconecta entonces del tubo de drenaje 112 y una bomba de vacío con una trampa de agua se fija al tubo de drenaje 112.

40 Se continúa suministrando gas a través del tubo de purga 110 mientras el gas y el agua se retiran del conjunto de contenedor 12 mediante la bomba de vacío. El tubo de drenaje 112 puede subirse y bajarse ligeramente durante el tratamiento al vacío para encontrar el hueco ideal entre el tubo de drenaje 112 y el fondo del conjunto de contenedor 12.

45 Haciendo referencia ahora a la FIGURA 26, se muestra otra realización para un conjunto de puerto 306 para un conjunto de contenedor 12. En la realización de la FIGURA 26, el conjunto de puerto 306 incluye un tubo permanente 322 en el conjunto de contenedor 12 con una copa 340. Puede conectarse un tubo retirable corto 312 al tubo permanente 322 para la operación de drenaje, y se retira para el secado al vacío. La sección de tubo 312 es comparable al extremo superior del tubo 112, analizando anteriormente. El tubo permanente 322 en el conjunto de contenedor 12 se conecta con la copa roscada 340. Alternativamente, la copa puede fijarse permanentemente a la sección de tubo 312. La copa 340 puede moverse lo suficiente para su autoalineación. El tubo permanente 322 puede moverse arriba y abajo, pero no gira y no se engrana en el tapón protector o cualquier otro componente de tapa distinto del tubo 312 que sea parte de la herramienta de puerto 106.

## 55 **Aplicabilidad industrial**

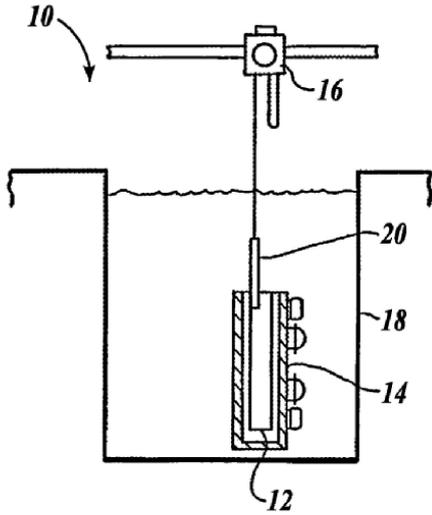
El sistema descrito en el presente documento puede usarse para proporcionar una solución al problema de almacenamiento de conjuntos de combustible irradiados. El sistema es particularmente apropiado para su uso como una solución provisional al problema del almacenamiento de combustible irradiado hasta que lo permitan las autoridades gubernamentales. Por consiguiente, la presente divulgación proporciona una instalación de almacenamiento temporal relativamente barata para conjuntos de combustible irradiados. El sistema usa y reutiliza los cofres existentes para transferir contenedores con los conjuntos de combustible irradiados a los módulos 26 para almacenamiento a corto plazo. No se requiere una grúa elevadora en el sitio de almacenamiento, porque está habilitada la carga y descarga horizontal. Además, los contenedores de combustible 12 pueden estar comprendidos de un material de paredes finas porque el contenedor siempre está protegido por el módulo 26 o por el cofre de transferencia 14.

5 En vista del uso de la tecnología y equipo existentes, la inversión en el módulo de almacenamiento en seco horizontal 26 puede extenderse a lo largo de varios años, porque solo es necesario fabricar y situar los módulos 26 donde se requiera. Asimismo, cuando sea apropiado, se han alcanzado soluciones a largo plazo para el almacenamiento de conjuntos de combustible irradiados, los módulos 26 pueden desactivarse fácilmente y los conjuntos que aún están dentro de los contenedores pueden transportarse a la instalación de almacenamiento permanente.

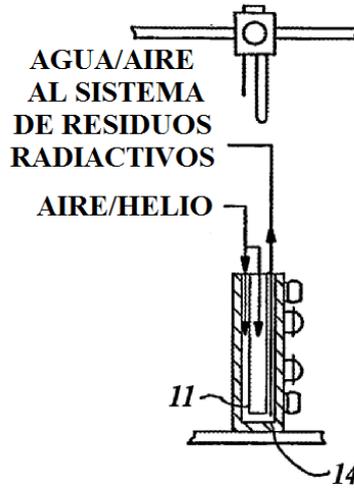
10 Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones ilustrativas, se apreciará que pueden hacerse diversos cambios a las mismas sin alejarse del alcance de la invención, que está definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

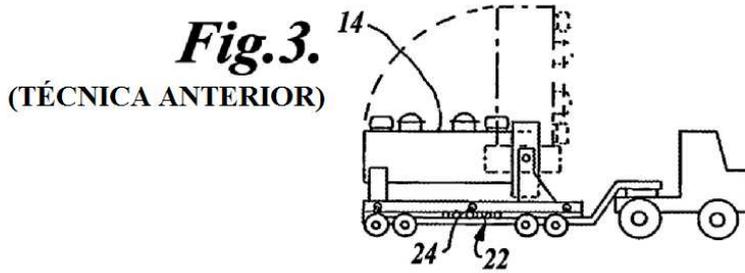
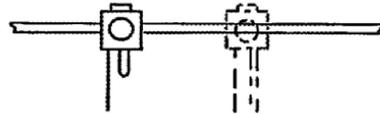
- 5 1. Un contenedor (12) para el transporte y el almacenamiento de conjuntos de combustible nuclear (20), que comprende un conjunto de cesta (70), que puede ser recibido en una carcasa de contenedor, comprendiendo el conjunto de cesta:
- 10 una pluralidad de placas estructurales entrecruzadas (72) que están dispuestas en relación paralela espaciada entre sí en una primera dirección, y una pluralidad de placas estructurales (72) dispuestas en una segunda dirección transversal a la primera dirección;
- 15 comprendiendo dichas placas estructurales porciones que definen ranuras transversales espaciadas (73) formadas a lo largo de las placas estructurales, con las ranuras de las placas estructurales dispuestas en una primera dirección que se engranan con las ranuras de las placas estructurales dispuestas en la segunda dirección transversal;
- 20 **caracterizado por que** las placas estructurales están compuestas por una pluralidad de capas que comprenden una primera capa (80) compuesta por material estructural, una segunda capa (84) compuesta por un material conductor del calor seleccionado del grupo que consiste en aluminio y cobre, y una tercera capa (86) que contiene un elemento que absorbe neutrones térmicos, seleccionándose el elemento del grupo que consiste en boro, cadmio y gadolinio, y una cuarta capa (82) compuesta por material estructural, en donde la segunda y la tercera capas están entre la primera y la cuarta capas.
- 25 2. El contenedor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la primera (80) y la cuarta (82) capas de las placas estructurales están formadas para revestir las capas internas (84, 86) de las placas estructurales.
- 30 3. El contenedor de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde las capas de la placa estructural están sujetadas juntas en una relación cara a cara entre sí.
- 35 4. El contenedor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además una llave de bloqueo alargada (75) que se extiende a lo largo de y que se engrana con las porciones de borde adyacentes de placas estructurales adyacentes para bloquear juntas dichas porciones de borde adyacentes y alinear juntas las porciones de borde adyacentes de las placas estructurales.
- 40 5. El contenedor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la superficie exterior de las placas estructurales está tratada para potenciar la transferencia de calor radiativo de los conjuntos de combustible almacenados en el contenedor.
6. El contenedor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde las placas estructurales están tratadas con un blindaje hidrófobo para facilitar el secado de las placas estructurales.
7. El contenedor de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende además raíles de transición (90, 92) que se extienden a lo largo del contenedor, en el perímetro externo del conjunto de cesta, para interconectar las placas estructurales.



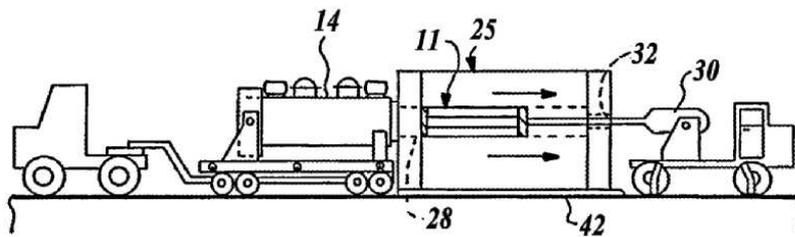
**Fig. 1.**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



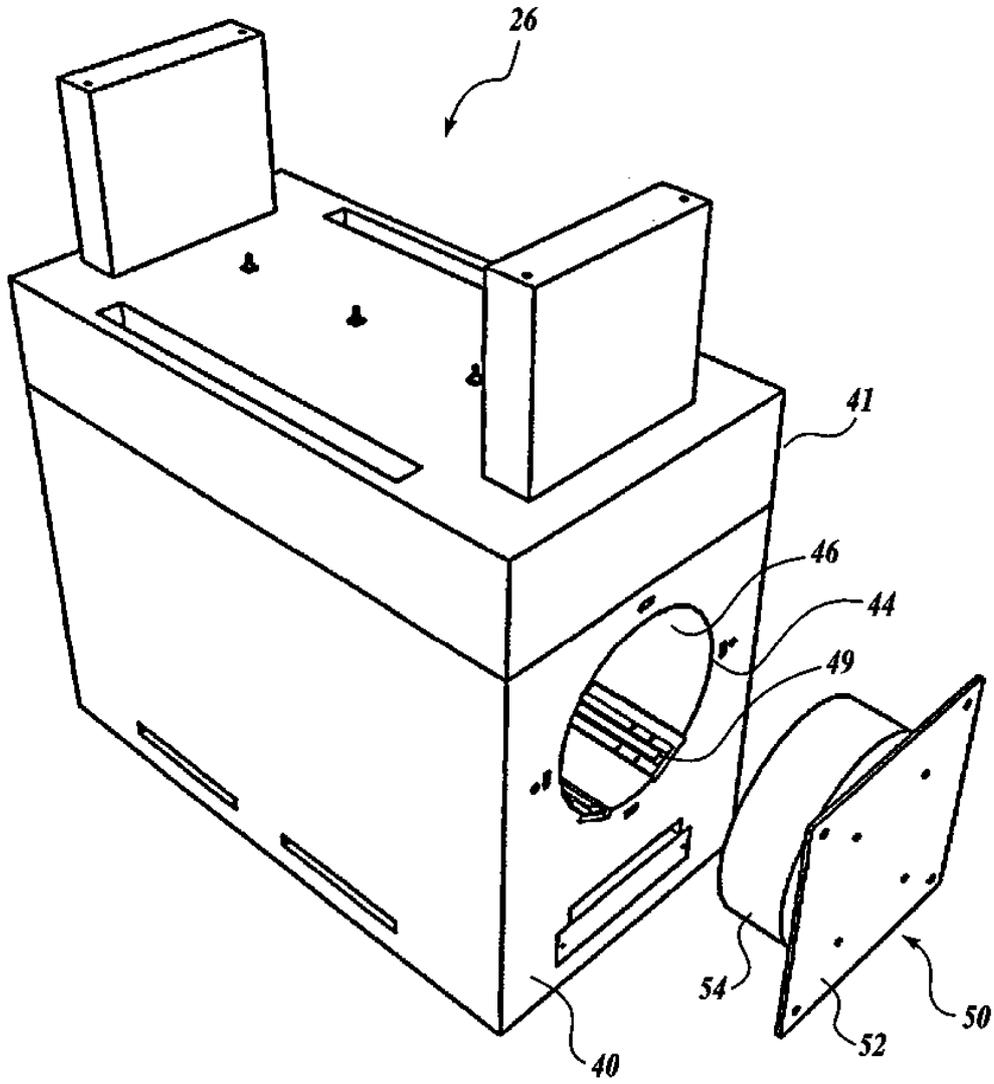
**Fig. 2.**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



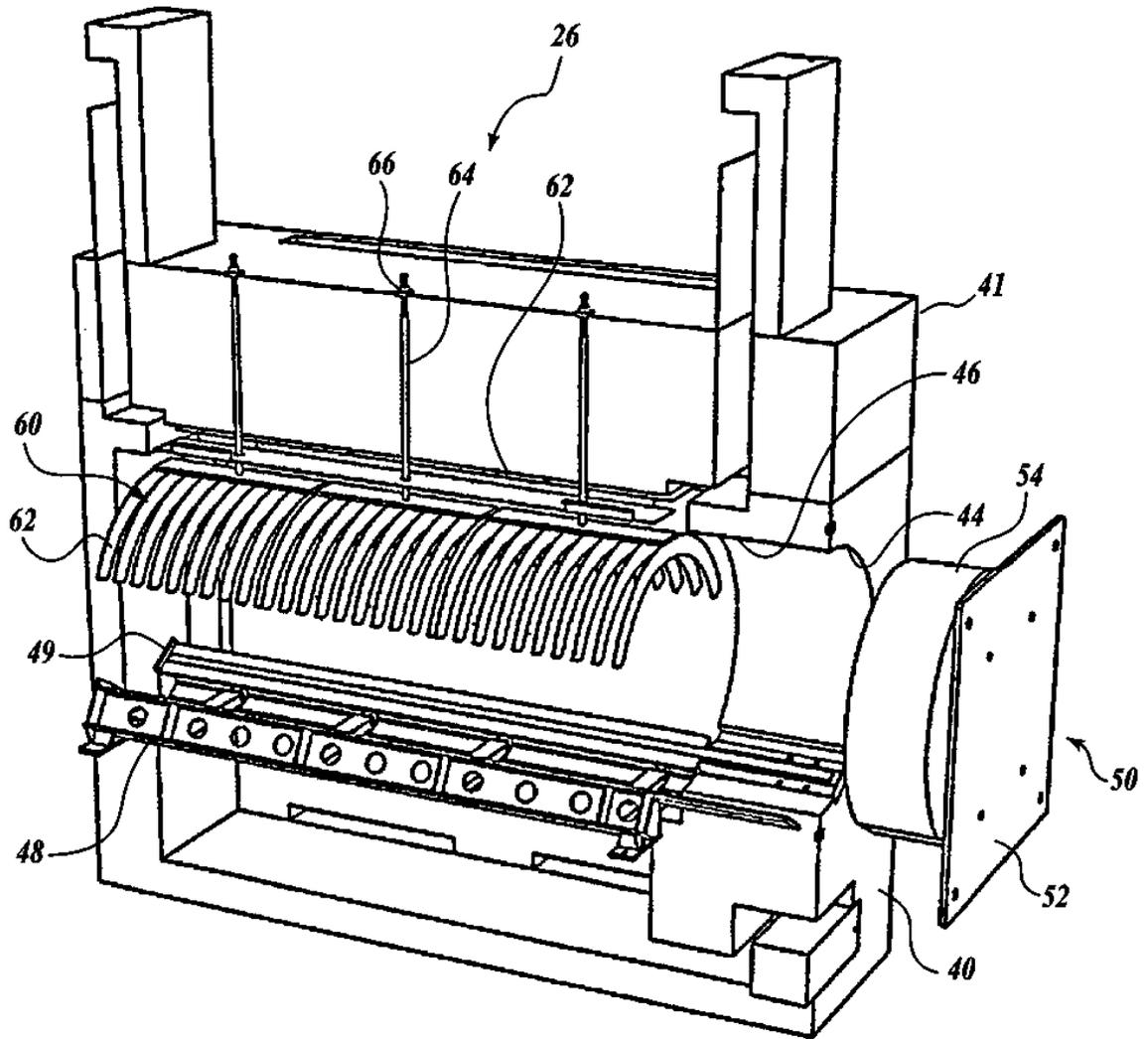
**Fig. 3.**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



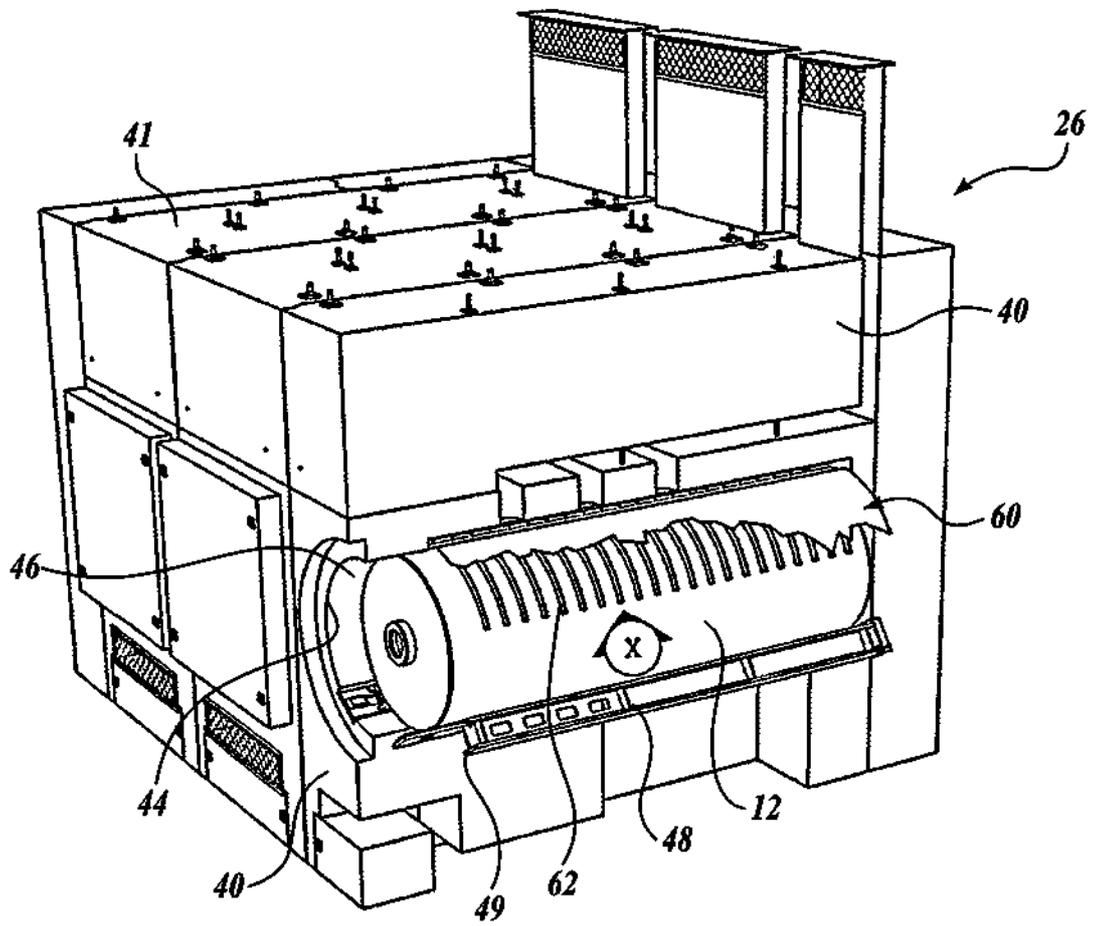
**Fig. 4.**  
(TÉCNICA ANTERIOR)



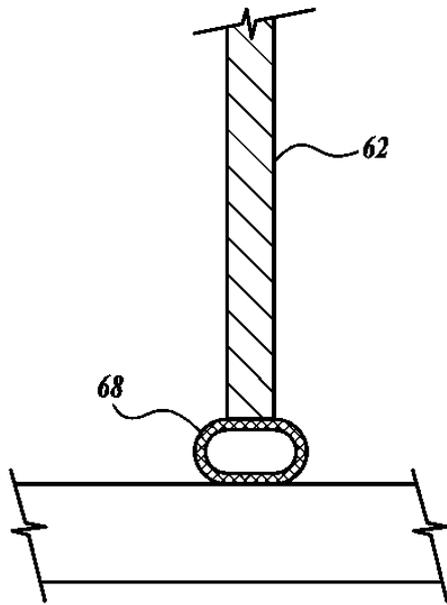
*Fig.5.*



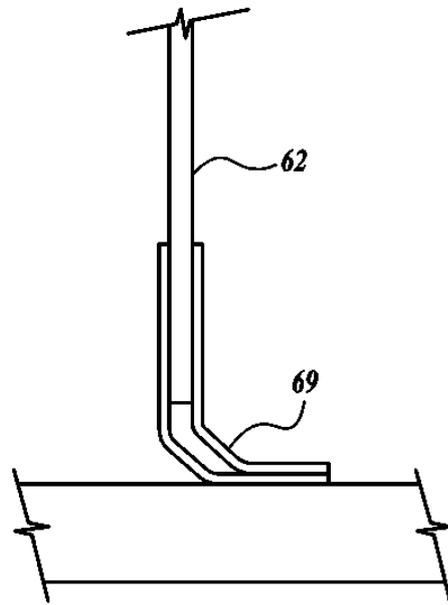
**Fig. 6.**



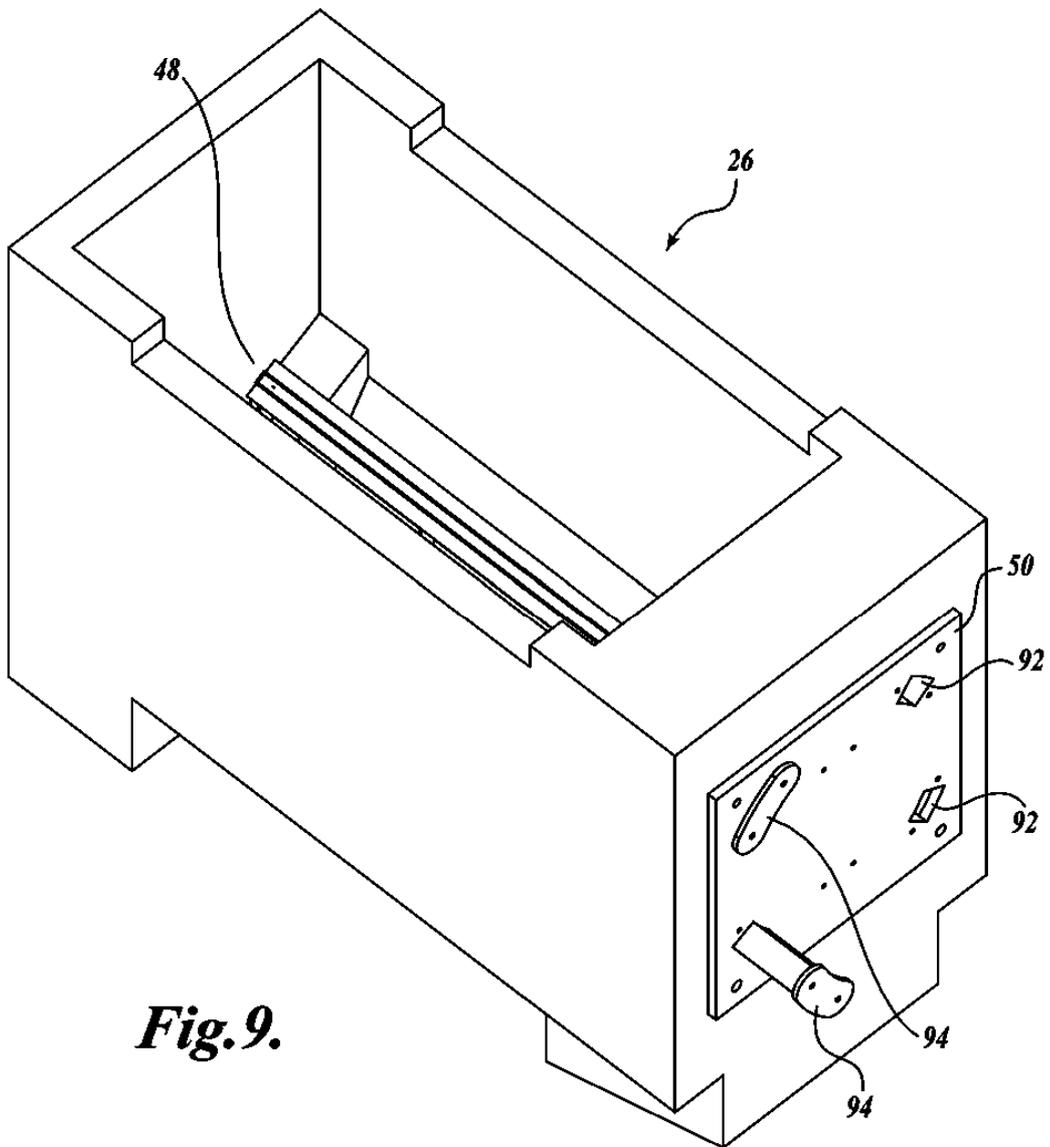
**Fig. 7.**



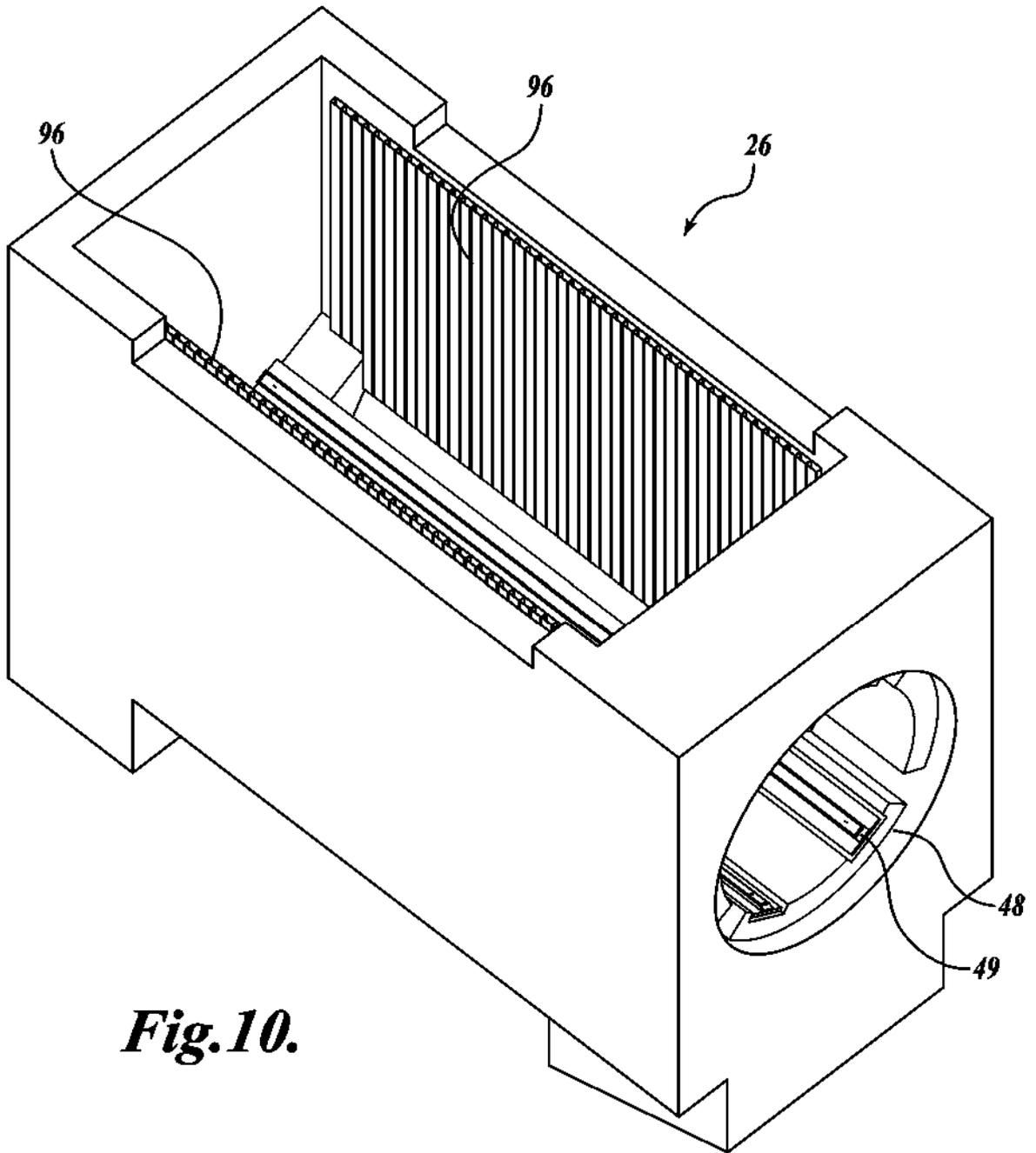
***Fig. 8A.***



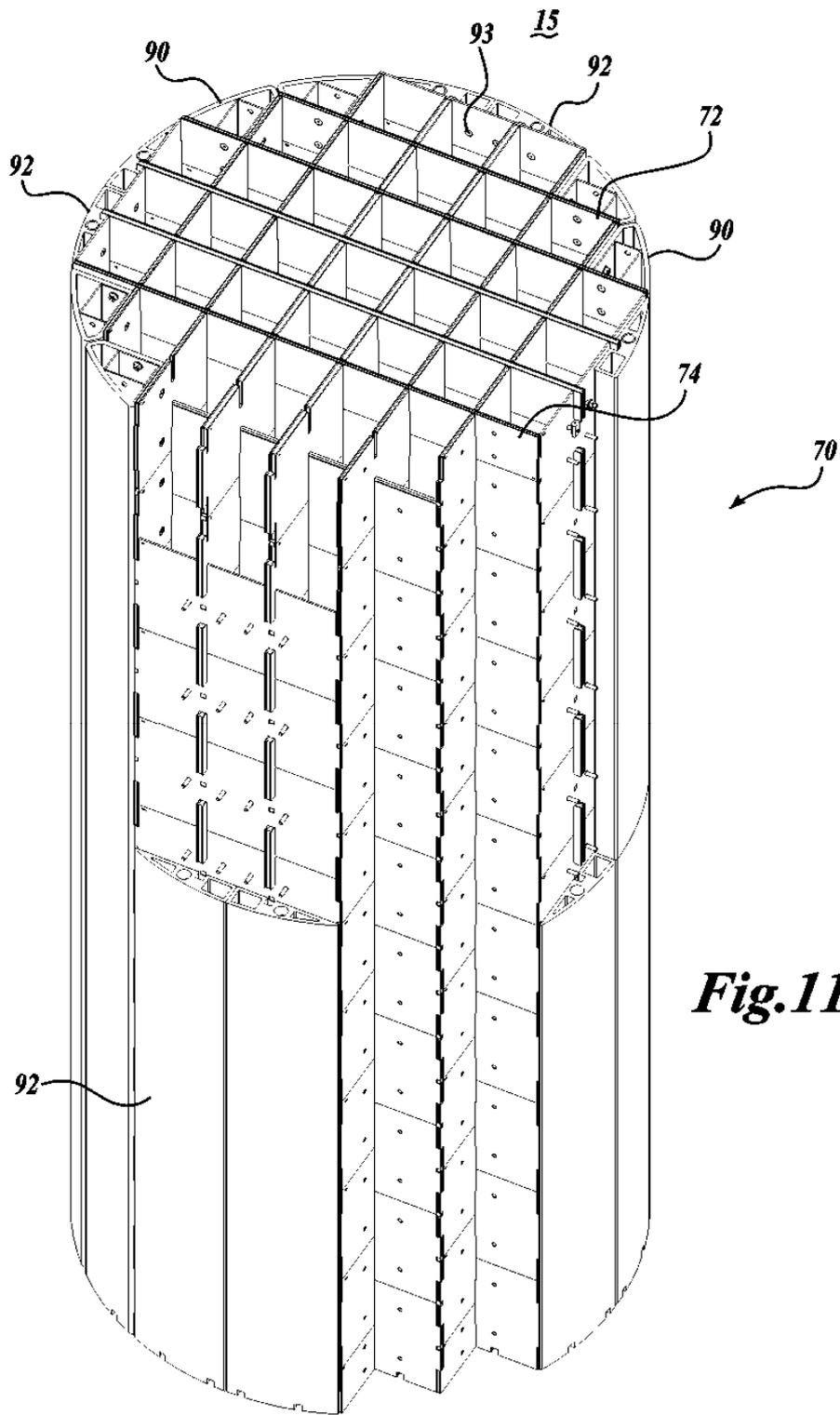
***Fig. 8B.***



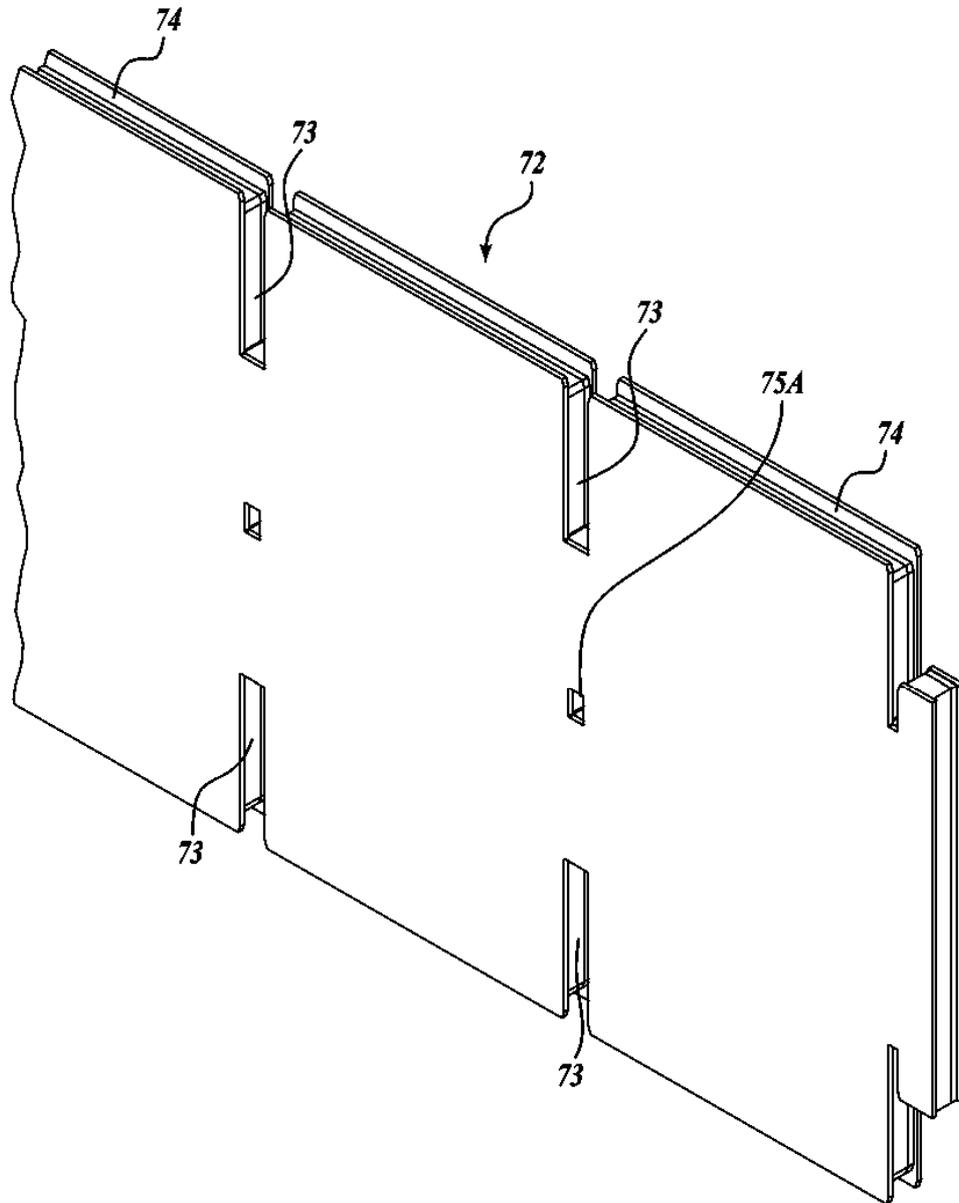
**Fig. 9.**



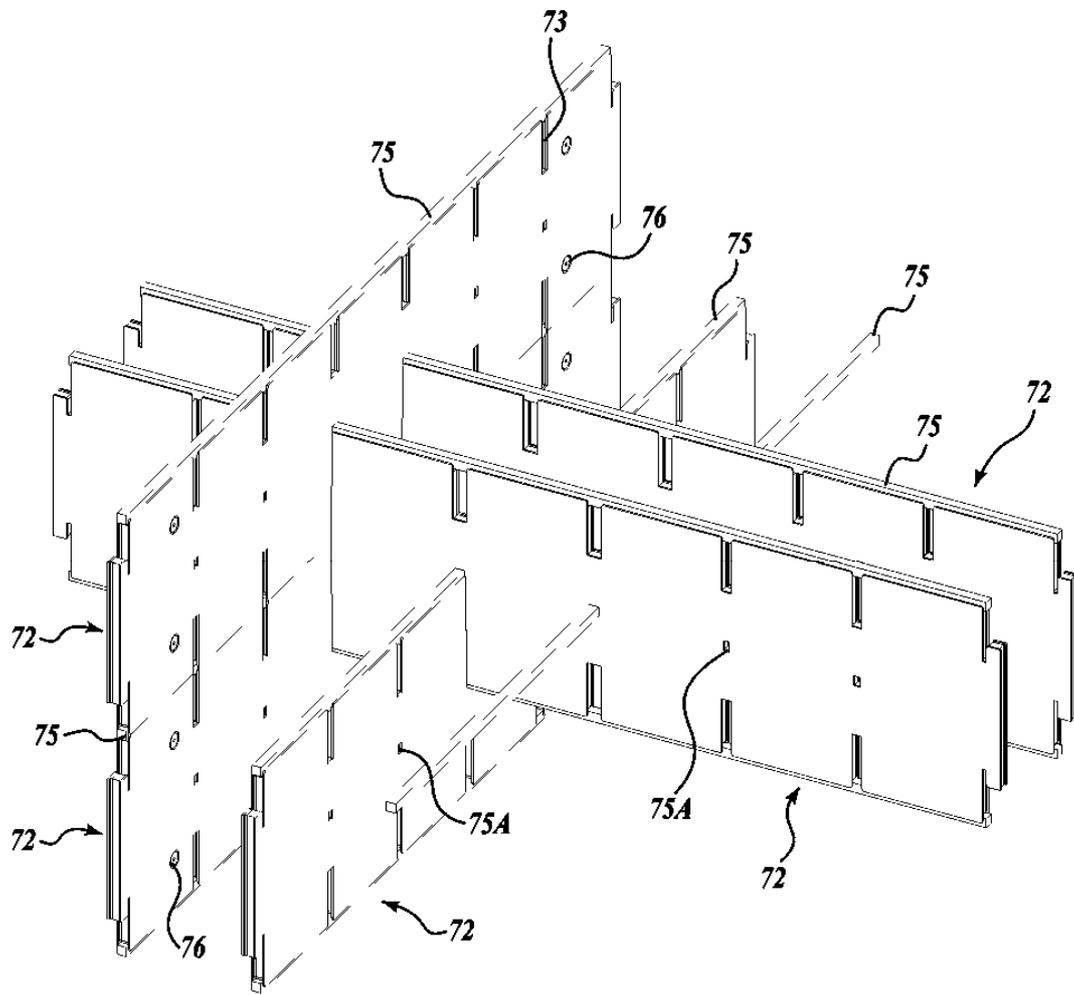
**Fig.10.**



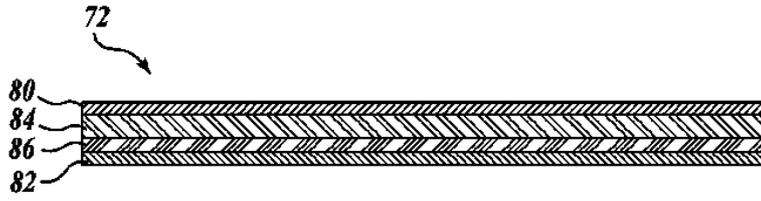
**Fig.11.**



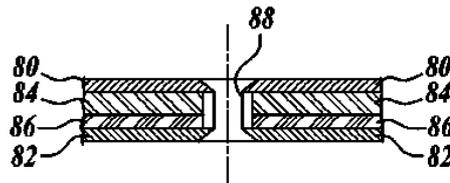
**Fig.12.**



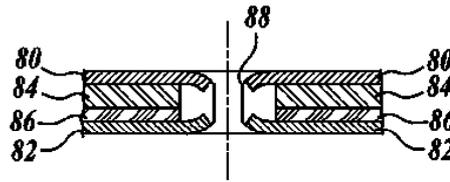
**Fig.12A.**



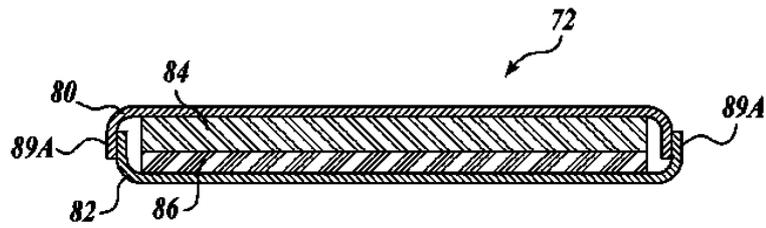
**Fig.13.**



**Fig.14.**



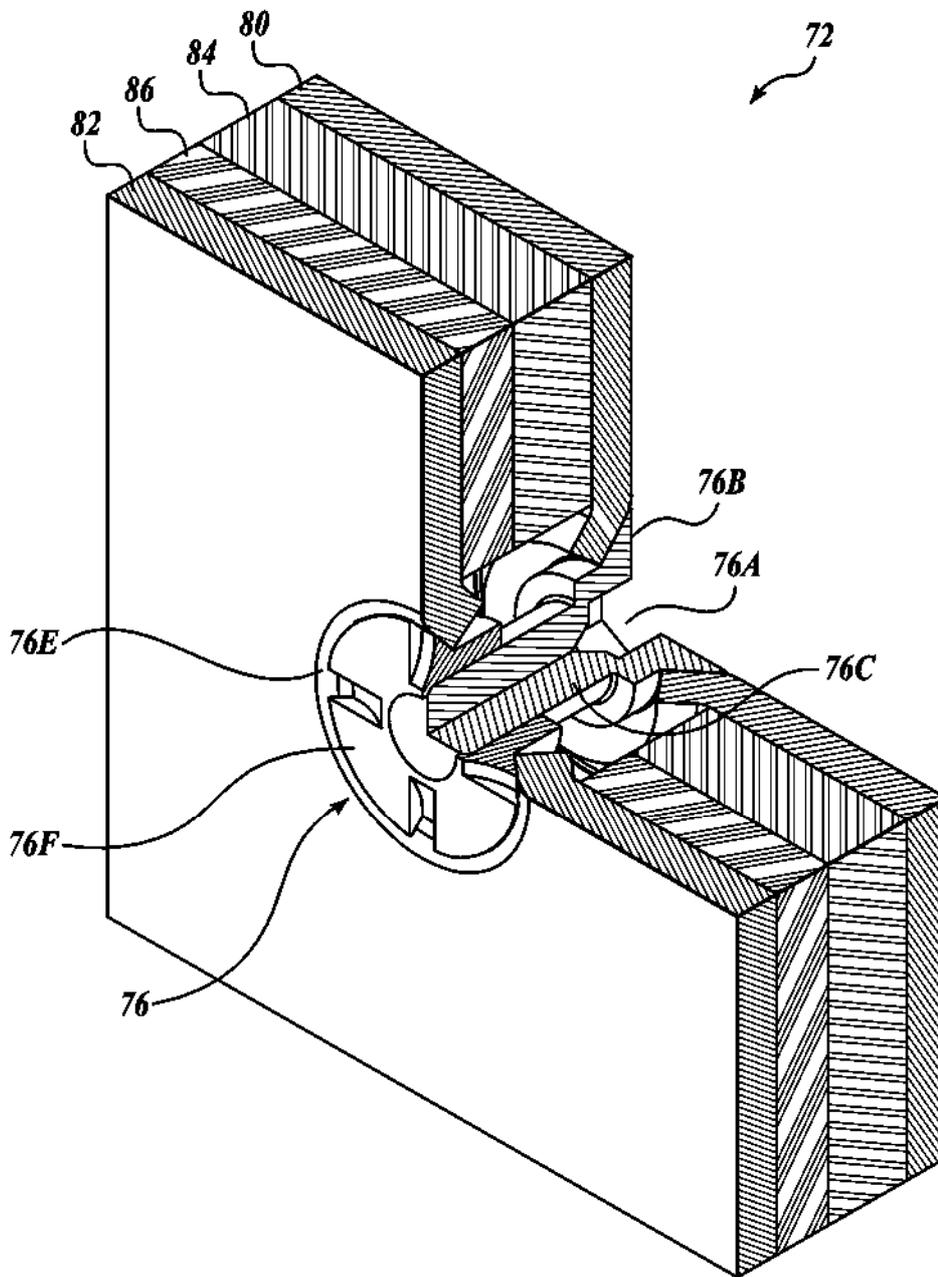
**Fig.15.**



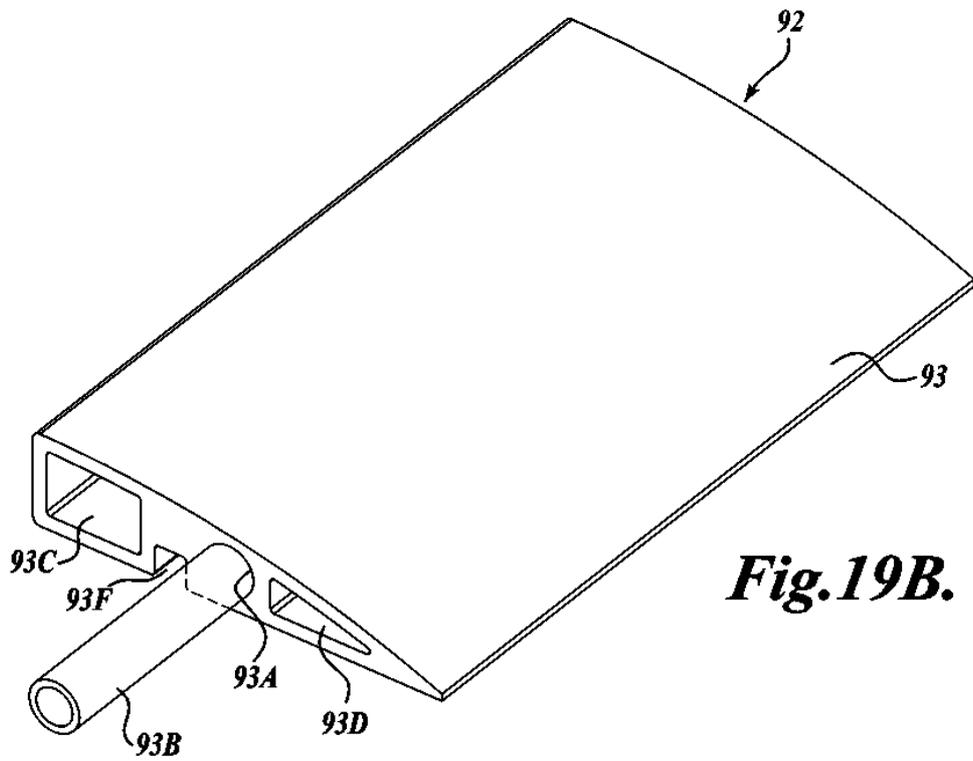
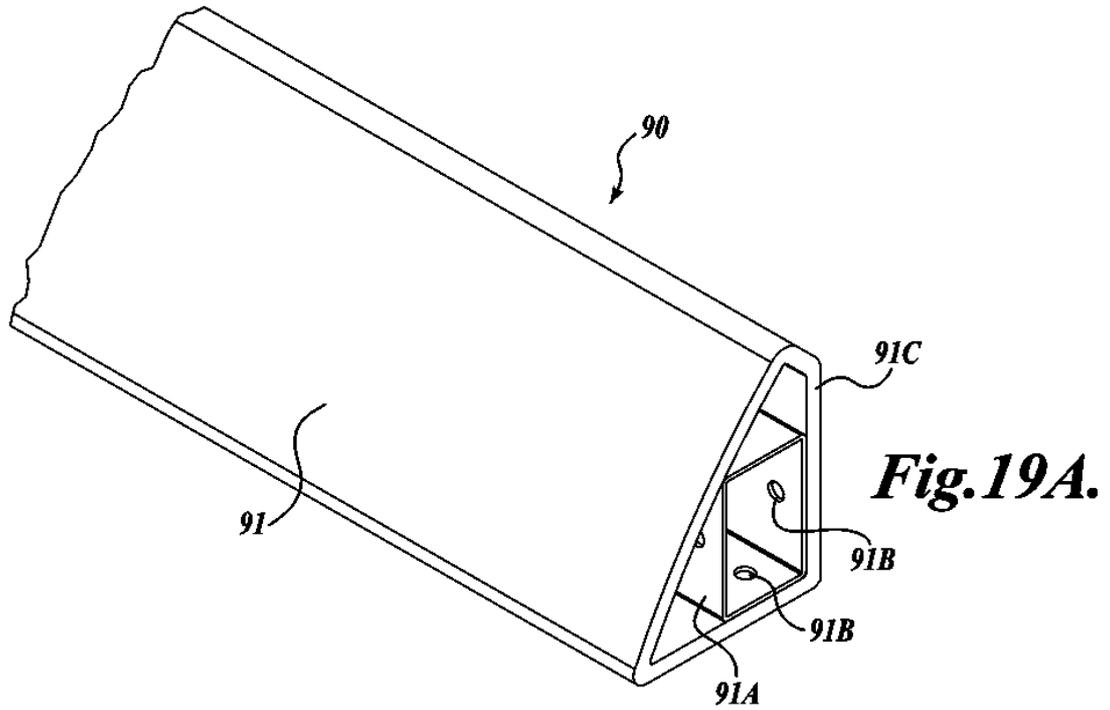
**Fig.16.**

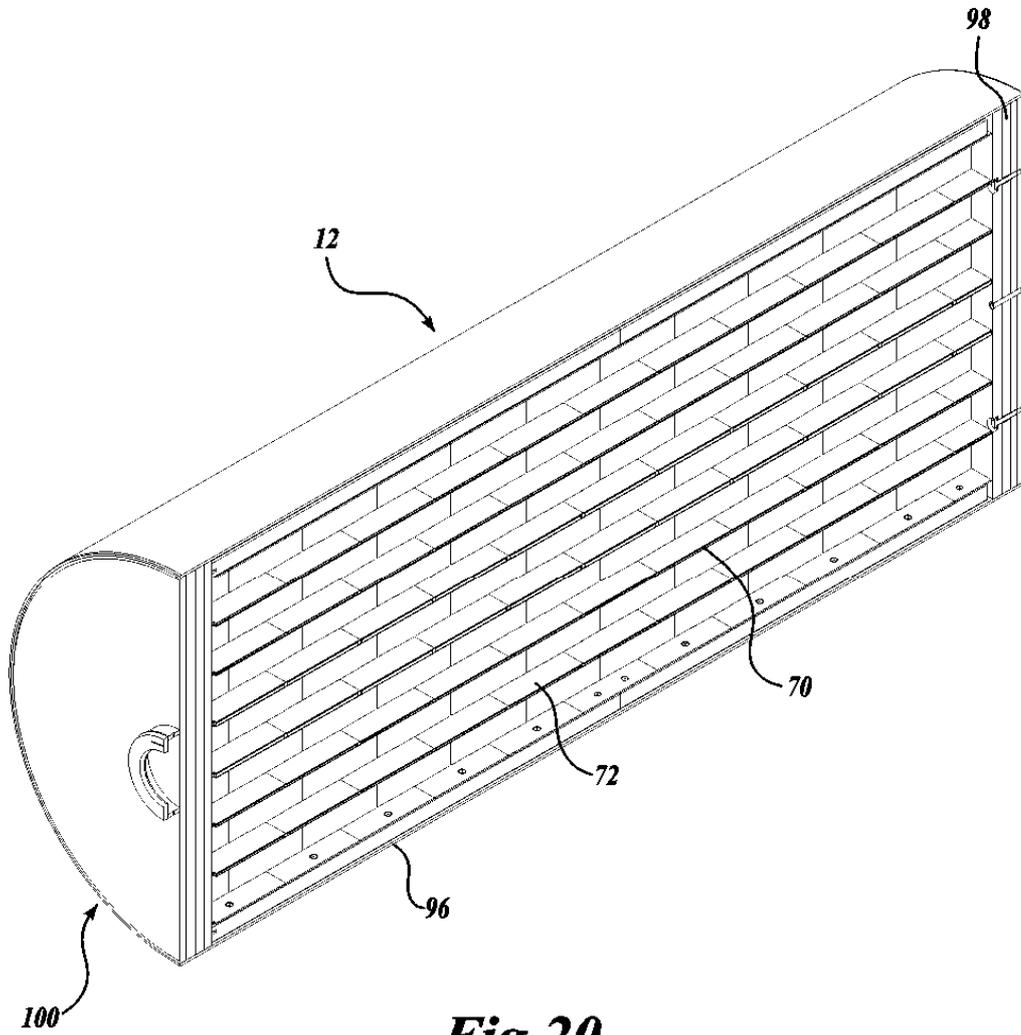


**Fig.17.**

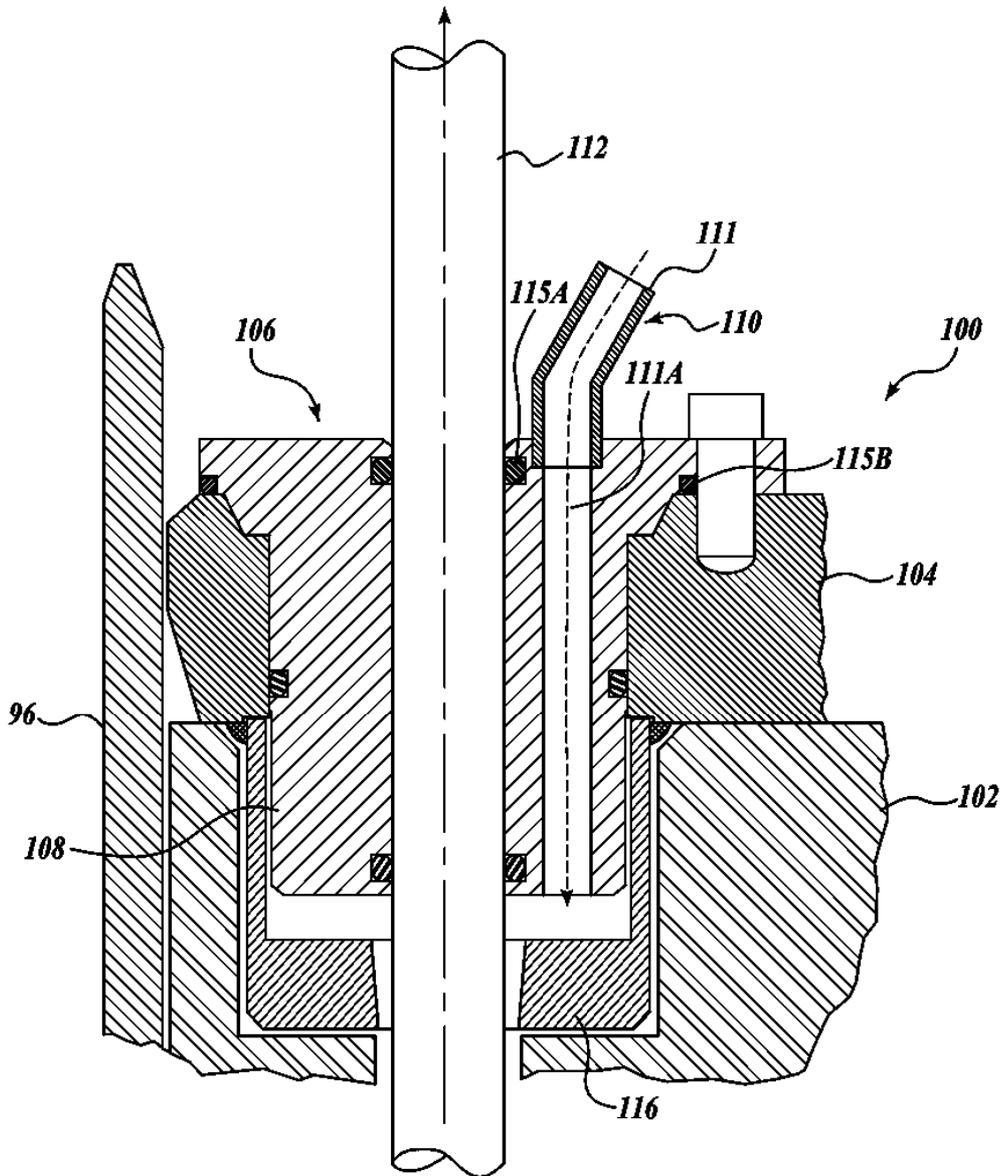


**Fig.18.**

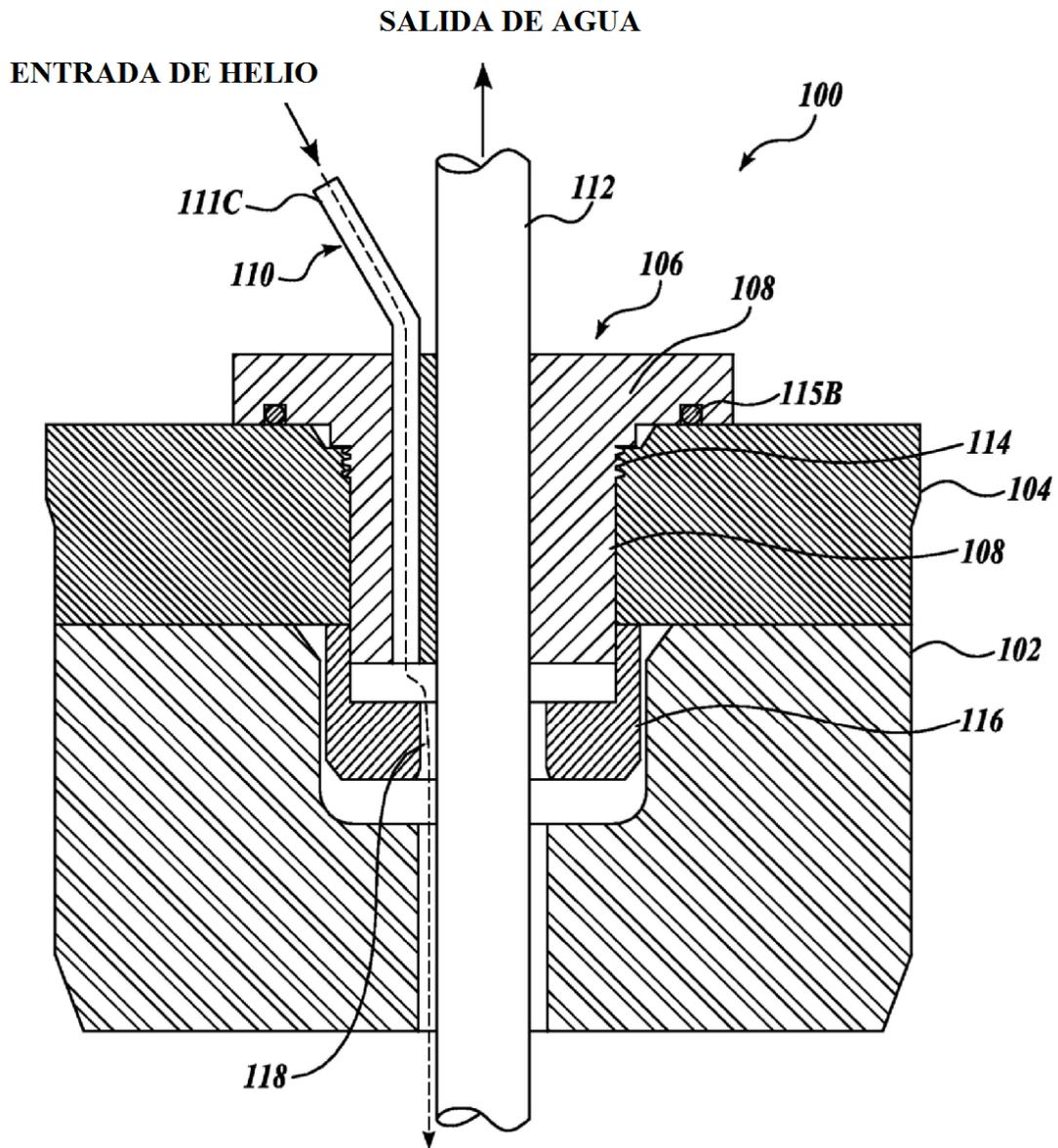




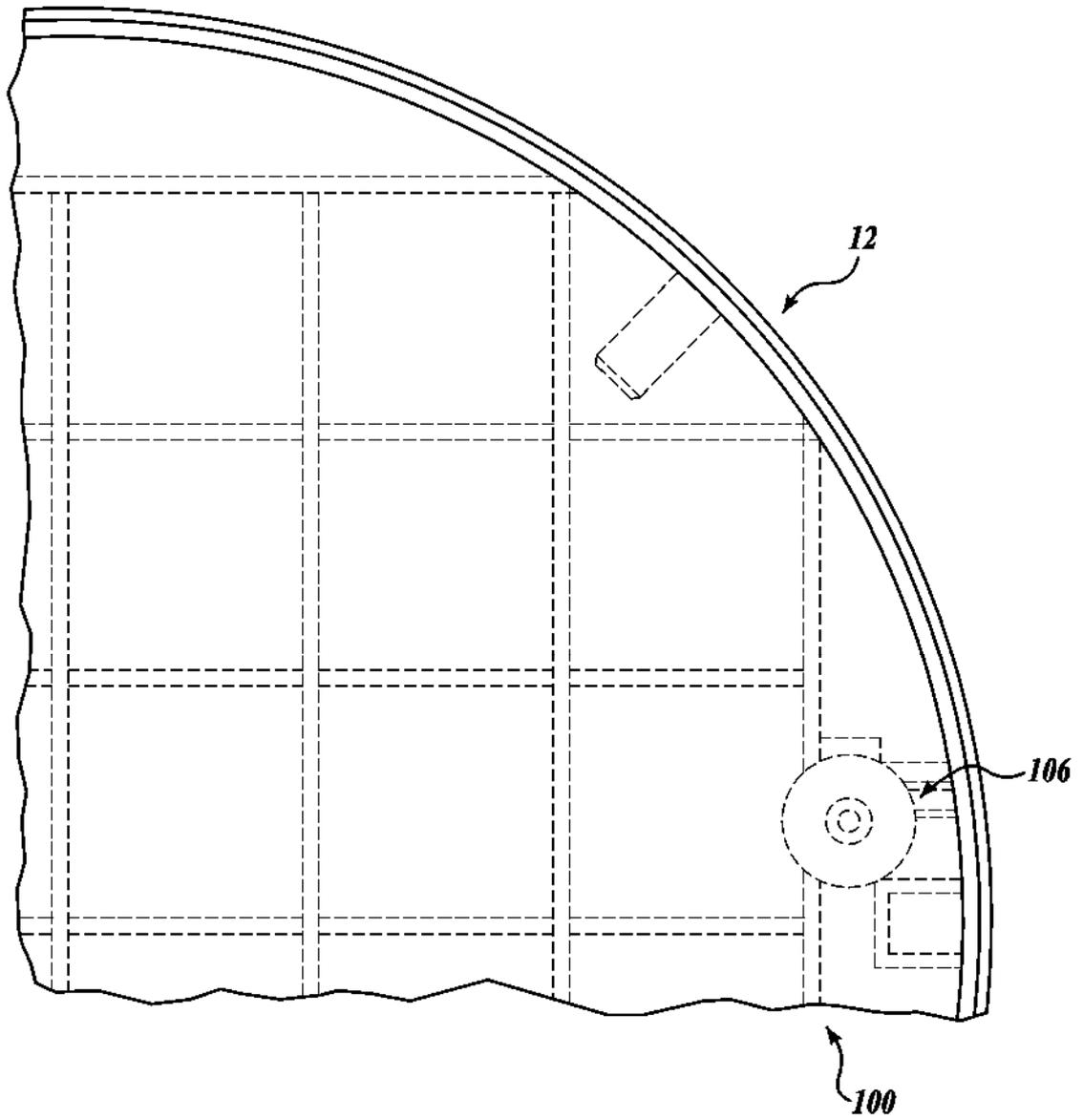
**Fig.20.**



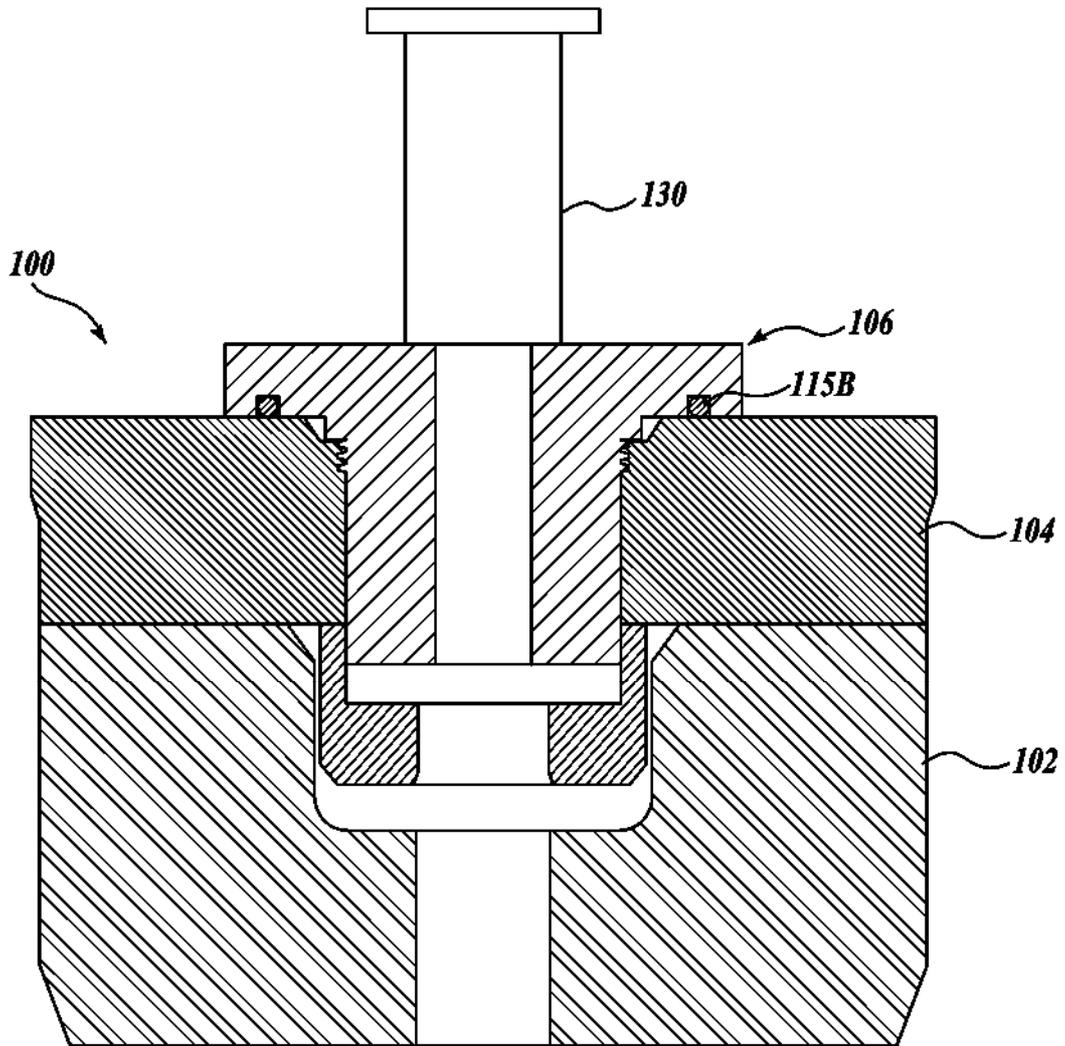
**Fig. 21.**



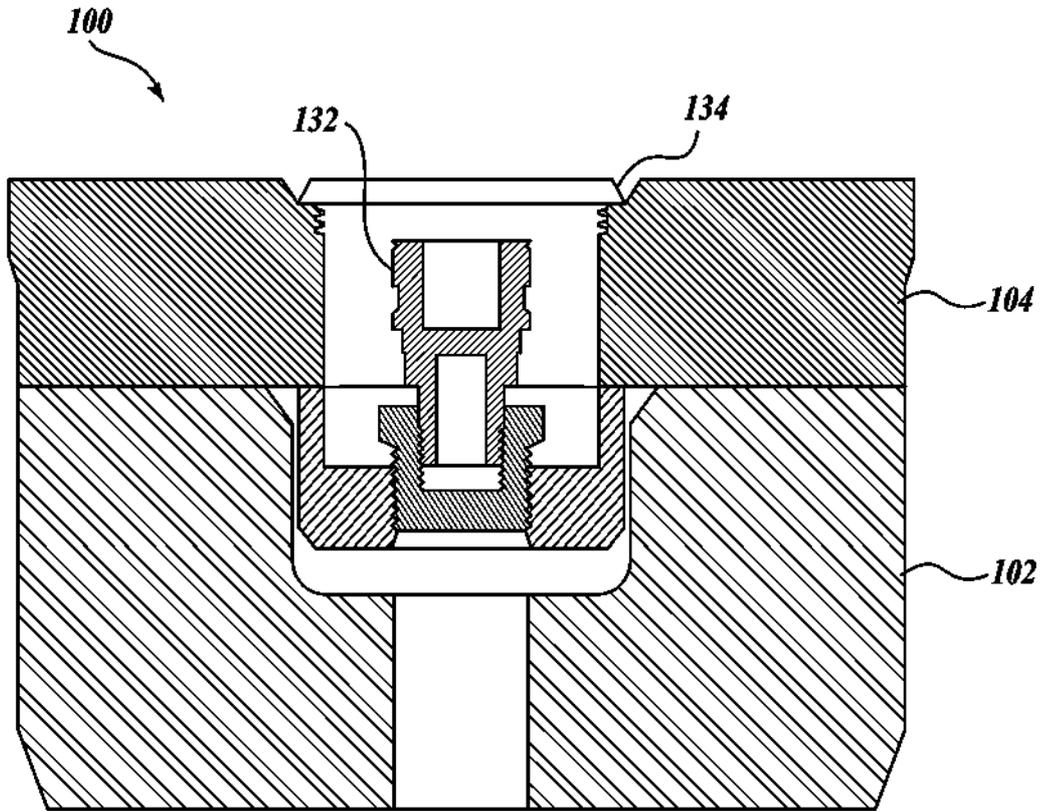
**Fig.22.**



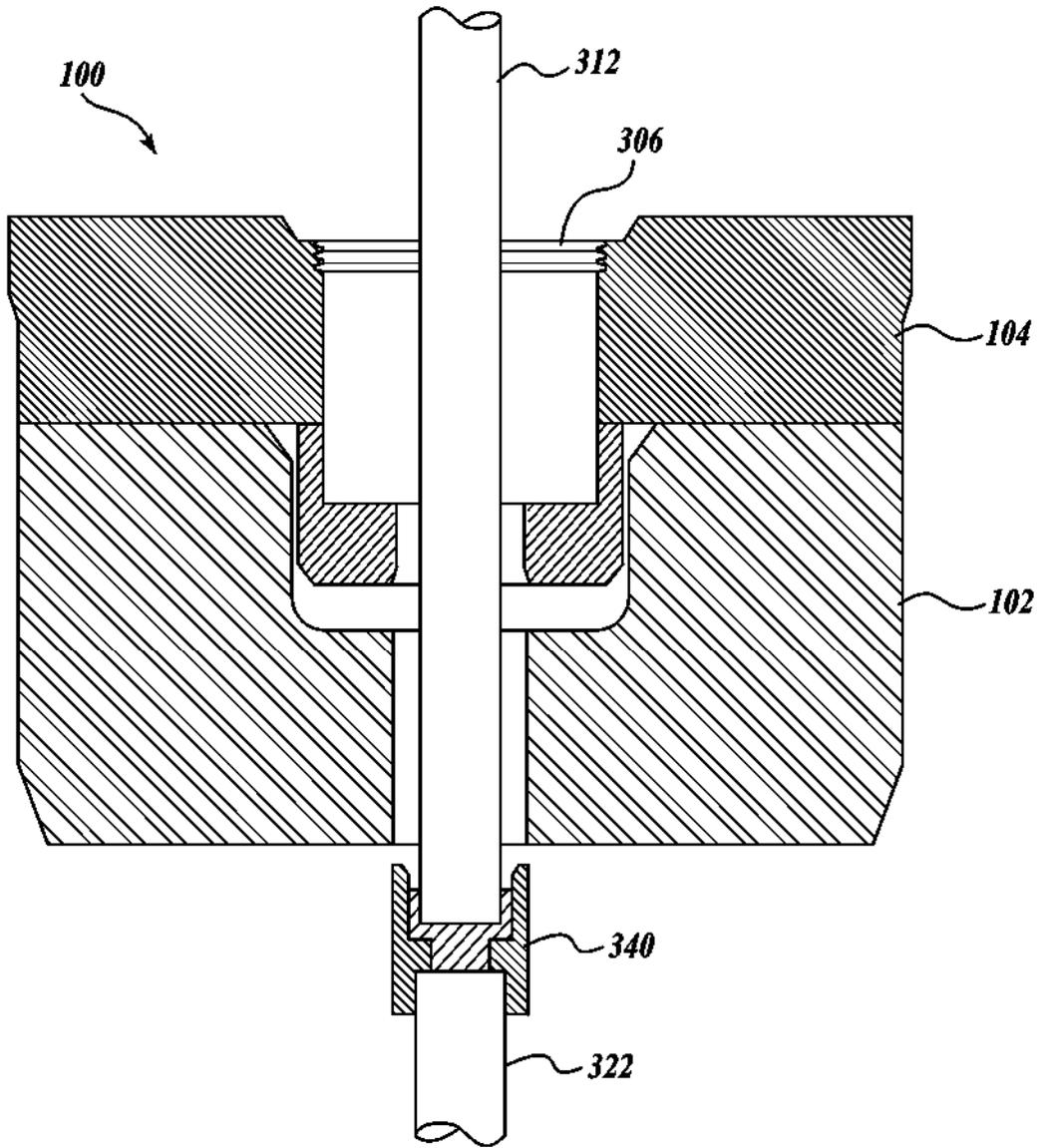
**Fig.23.**



***Fig.24.***



***Fig.25.***



**Fig.26.**