

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 175**

51 Int. Cl.:
G21C 19/07 (2006.01)
G21F 5/012 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04809885 .9**
96 Fecha de presentación: **07.10.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1680326**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.07.2006**

54 Título: **Recipiente y procedimiento de almacenamiento o de transporte de combustible nuclear agotado**

30 Prioridad:
10.10.2003 US 510385 P
12.01.2004 US 535884 P
08.03.2004 US 795879

73 Titular/es:
NAC INTERNATIONAL INC.
3930 E. JONES BRIDGE ROAD
NORCROSS, GA 30092, US

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.04.2012

72 Inventor/es:
CARVER, George;
LANGSTON, Andy;
YAKSH, Michael y
JONES, Gerald

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.04.2012

74 Agente/Representante:
Trullois Durán, María del Carmen

ES 2 379 175 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

Recipiente y procedimiento de almacenamiento o de transporte de combustible nuclear agotado

5

REMISIÓN A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica la prioridad a la solicitud provisional en trámite US, titulada "Recipiente y procedimiento de almacenamiento de combustible nuclear agotado", con el n.º de serie 60/535.884, presentada el 12 de enero de 2004, y a la solicitud provisional en trámite US, titulada "Recipiente de almacenamiento para almacenar combustible nuclear agotado," con el n.º de serie 60/510.385, presentada el 10 de octubre de 2003.

10

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a los recipientes para almacenar o transportar combustible nuclear agotado.

15

ANTECEDENTES

Habitualmente, el combustible nuclear agotado descargado de los reactores de fisión se almacena en piscinas profundas llenas de agua para disipar el calor y para atenuar las radiaciones y las radiaciones de neutrones generadas por el combustible. Ello se denomina un sistema de almacenamiento en estado húmedo. Un procedimiento alternativo para almacenar el combustible nuclear agotado es un sistema de almacenamiento en estado seco que utiliza una configuración horizontal o vertical, que presenta un recipiente protegido con paredes de gran espesor al que se hace referencia como cofre o sobreembalaje, o bien un recipiente de paredes delgadas, denominado cápsula. Los sistemas de almacenamiento en estado seco se pueden utilizar asimismo para transportar combustible agotado entre las zonas de almacenamiento. En el caso del sistema de almacenamiento en estado seco, la cápsula se puede disponer por separado en el cofre o sobreembalaje.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

La estructura que proporciona soporte al combustible nuclear agotado para los sistemas de almacenamiento transporte en seco se conoce como cesta de combustible. Las cestas de combustible se diseñan para que satisfagan los criterios sobre cargas de compresión que se encuentran en los reglamentos, códigos y normativas, en particular sobre las condiciones de almacenamiento y transporte del combustible nuclear agotado. Los diseños de la cesta de almacenamiento y transporte en estado seco comprenden una configuración con un tubo y un disco de trampa de flujo, una configuración entrelazada en forma compartimentada, una configuración en células desarrolladas y una configuración en tubos apilados.

El documento WO 00/72326 A1 describe un recipiente para el almacenamiento y el transporte de elementos combustibles nucleares en el que una pluralidad de compartimentos alargados o canales están constituidos por una pluralidad de placas rectas dispuestas en forma de cruz con placas de intersección. Las placas están interconectadas mediante una articulación constituida con un pasador de fijación que se extiende a través de un conducto realizado a través de, y en paralelo a, unos bordes longitudinales de las placas.

El recipiente que se da a conocer en la patente US 4.652.422 está realizado con unos tubos que presentan una sección transversal circular. Los tubos adyacentes presentan unas lengüetas rígidas que se extienden en una dirección radial hacia el exterior de los tubos. Las lengüetas rígidas se disponen en el plano transversal correspondiente en forma estrellada con una separación angular de 90° entre sí. Las lengüetas rígidas disponen de unas ranuras que presentan una dirección axial o radial. Los tubos adyacentes se conectan entre sí mediante un tornillo que se extiende a través de las ranuras. La longitud de las lengüetas define la distancia mínima de los tubos adyacentes.

La patente US n.º 4.630.738 da a conocer una rejilla para almacenar elementos combustibles nucleares realizada con tubos cuadrados estando realizados los tubos con dos placas angulares soldadas entre sí. Dos de los cuatro bordes del tubo están curvados, mientras que los otros dos bordes presentan la forma de una soldadura. Además, las placas absorbentes de neutrones se disponen en los cuatro lados de cada uno de los tubos cuadrados. Además, un tubo adicional que rodea el cuadrado aloja la unidad definida por el tubo cuadrado mencionado anteriormente y las placas absorbentes de neutrones. Asimismo, el tubo circundante está soldado a partir de dos placas angulares. Los tubos con «paredes dobles» resultantes se conectan entre sí mediante unas articulaciones que fijan lateralmente los tubos adyacentes. Las articulaciones se realizan mediante barras en forma de L que se extienden hacia el exterior desde las esquinas de los tubos circundantes soldándose las barras en forma de L con el tubo circundante. Las barras presentan orificios para atornillar los tubos de pared doble entre sí. Asimismo, en el caso de esta forma de realización, la distancia de los tubos adyacentes en el estado ensamblado se correlaciona con la extensión de los elementos de conexión, en este caso, las barras. Las barras se han de atornillar en la dirección horizontal en la que se accede a los tornillos a través del espacio intermedio realizado entre los tubos adyacentes de pared doble.

La patente US n.º 4.034.227 da a conocer una rejilla de almacenamiento de combustible nuclear para almacenar combustible nuclear de alta densidad dentro de una piscina de combustible. La rejilla se dispone en una piscina con

un alojamiento de hormigón o unos muros exteriores bien constituidos y un piso inferior que alojan una piscina de agua. En los alojamientos cuadrados de la rejilla se definen unos canales interiores así como unos canales exteriores con unos alojamientos próximos o con un alojamiento lateral adicional para los alojamientos periféricos. Las alojamientos se realizan con elementos en forma de U que se articulan entre sí en sus superficies frontales para formar un rectángulo. Para completar el alojamiento rectangular para las ranuras a lo largo de la periferia del conjunto, se recomienda asimismo utilizar un panel de alojamiento lateral alargado. Las paredes del alojamiento comprenden una pluralidad de partes en resalte enfrentadas, encontrándose la parte en resalte orientada hacia el exterior desplazada lateralmente con respecto a la parte orientada hacia el interior. Dichas partes constituyen unos surcos circulares longitudinales continuos destinados a alojar pasadores contaminados. Además, cada una de las esquinas presenta un surco longitudinal continuo destinado a alojar unas barras de conexión con las ranuras o unos extremos laterales del panel destinados a unir entre sí las esquinas de los alojamientos adyacentes para constituir un conjunto rígido de rejilla. Los contornos complejos de los elementos y los paneles se realizan por extrusión, laminación y/o conformación. Para unir los alojamientos cuadrados adyacentes en los surcos de las esquinas, el documento propone utilizar barras de unión con las ranuras o barras en forma de X. Para utilizar las barras de unión con las ranuras se extienden unas protuberancias desde las esquinas de los alojamientos. Dos protuberancias colindantes constituyen una ranura longitudinal que presenta una sección transversal en forma de barra. La barra de unión con las ranuras que presenta asimismo un contorno exterior en forma de barra se introduce en la dirección longitudinal en la abertura que une positivamente los tubos adyacentes entre sí. Los tubos presentan una configuración en forma de cruz en la que los canales adyacentes se separan mediante una única pared lateral y cada segundo canal no está definido por un único tubo sino por las paredes laterales de cuatro tubos adyacentes.

El documento FR 2 482 354 da a conocer una estructura de soporte en la que unas hendiduras u orificios de paso alineados de los elementos adyacentes de la estructura de soporte se unen entre sí mediante un perno que se extiende a través de las hendiduras u orificios.

SUMARIO

Un aparato para el almacenamiento y transporte de combustible nuclear agotado según la presente invención se define en la reivindicación independiente 1. Las reivindicaciones subordinadas 2 a 4 definen formas de realización adicionales de la presente invención. Un procedimiento para el almacenamiento y el transporte de combustible nuclear agotado se define en la reivindicación independiente 5. Las reivindicaciones subordinadas 6 a 9 definen formas de realización adicionales de dicho procedimiento.

Otros aparatos, procedimientos, características y ventajas de la presente descripción se pondrán claramente de manifiesto para los expertos en la materia a partir del examen de los dibujos siguientes y de la descripción detallada. Se pretende que dichos aparatos, procedimientos, características y ventajas adicionales queden comprendidos en la presente descripción y se encuentren protegidos por las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

El aparato y los procedimientos que se dan a conocer se podrán comprender mejor haciendo referencia a los dibujos siguientes. Los elementos de los dibujos no se representan necesariamente a escala.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un recipiente con un conjunto de tubos en el interior del recipiente.

La figura 2 es una vista lateral de una forma de realización del tubo 2 representado en la figura 1.

La figura 3 es una vista lateral de una forma de realización del tubo 4 representado en la figura 1.

La figura 4 es una vista en sección transversal explosionada a lo largo de la línea AA del recipiente representado en la figura 1.

La figura 5 es una vista parcial en planta superior de una forma de realización de los tubos adyacentes del recipiente representado en la figura 1.

La figura 6 es una vista parcial lateral de las esquinas superiores de una forma de realización de los tubos adyacentes del recipiente representado en la figura 1.

La figura 7 es una vista parcial lateral de las esquinas inferiores de una forma de realización de los tubos adyacentes del recipiente representado en la figura 1.

La figura 8 es una vista parcial transversal explosionada de los tubos adyacentes representados en la figura 1 en las esquinas de los tubos adyacentes.

La figura 9 es una vista parcial transversal explosionada de los tubos adyacentes representados en la figura 1 en las esquinas de los tubos adyacentes cuando los tubos se encuentran unidos entre sí.

La figura 10 es un organigrama que ilustra una forma de realización del procedimiento de realización del recipiente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se dan a conocer un aparato y los procedimientos para un recipiente de almacenamiento o de transporte de combustible nuclear agotado. El aparato y los procedimientos se pueden utilizar en sistemas de almacenamiento o de transporte tanto en estado húmedo como seco. En particular, el combustible nuclear agotado se almacena en un

recipiente que comprende una pluralidad de tubos adyacentes entre sí. Los ejemplos de recipientes se describirán haciendo referencia a las figuras. Aunque los ejemplos de recipientes se describen detalladamente, se proporcionan con un propósito únicamente ilustrativo y resultan posibles diversas modificaciones. Una vez se han descrito los ejemplos de recipientes, se proporcionan ejemplos de funcionamiento para describir el modo cómo se realizan los recipientes.

Haciendo referencia más detalladamente a las figuras, las referencias numéricas similares identifican las partes correspondientes. La figura 1 es una vista en perspectiva de una forma de realización de un recipiente 10 con un conjunto de tubos en el interior del recipiente 10 que almacena combustible nuclear agotado. Tal como se indica en esta figura, el recipiente 10 comprende una pluralidad de tubos alargados 2, 4, 6, 7 que se unen entre sí para constituir un conjunto de tubos. Los tubos alargados 2, 4, 6, 7 comprenden cuatro paredes laterales y cuatro esquinas que se pueden disponer para formar una sección transversal de tipo cuadrado o rectangular. En algunas formas de realización alternativas, los tubos se pueden disponer en otras formas geométricas, por ejemplo, circular, triangular, heptagonal, hexagonal y octagonal.

Los tubos se montan con unas primeras varillas (no representadas) o unas segundas varillas (no representadas) o ambos tipos. Preferentemente, las primeras varillas son cilíndricas y presentan unas aberturas que se encuentran aproximadamente en el centro del diámetro y a lo largo de las primeras varillas. Las segundas varillas son cilíndricas y no presentan aberturas. Las primeras varillas permiten enlazar los tubos 2, 4, 6, 7 entre sí. Las primeras y las segundas barras facilitan la transferencia de la carga de diseño horizontal a través del conjunto de tubos y proporcionan estabilidad estructural durante las actividades de montaje y manipulación de los tubos. En una forma de realización alternativa, las primeras barras y las segundas barras pueden presentar otras formas geométricas, por ejemplo, triangular, hexagonal y octagonal. Las primeras barras y las segundas barras se continuarán describiendo haciendo referencia a las figuras 2 a 7.

Haciendo referencia a la figura 1, los tubos se indican de un modo distinto debido a que los tubos 2 se montan con las primeras barras y las segundas barras en las cuatro esquinas de los tubos 2. Los tubos 4 se montan con las primeras barras en las esquinas de los tubos 4 pero no se montan con las segundas barras. Los tubos 6 se montan con las primeras barras y las segundas barras en las tres esquinas adyacentes a los tubos 4, 7. Las cuartas esquinas de los tubos 6 adyacentes a la pared del recipiente 10 no se montan con las primeras barras y las segundas barras. Los tubos 7 se montan con las primeras barras y las segundas barras en las dos esquinas adyacentes a los tubos 2, 6. Las otras dos esquinas de los tubos 7 no se montan con las primeras barras y las segundas barras. Se prefiere montar las barras primeras y segundas en entalladuras de las esquinas de un tubo y acoplar la entalladura con el tubo adyacente. Las entalladuras y las barras se continuarán describiendo haciendo referencia a las figuras 5 a 7.

Haciendo referencia a la figura 1, los tubos 2, 4, 6, 7 se unen en las esquinas de los tubos con una pauta alterna para formar una célula desarrollada 5. Alternativamente, los tubos 2, 4, 6, 7 se pueden unir en serie a lo largo de una fila o columna en la que las paredes laterales de los tubos 2, 4, 6, 7 son adyacentes entre sí. Alternativamente, si los tubos se encuentran otra forma geométrica, por ejemplo, un hexágono, los tubos se pueden unir para formar un conjunto de tubos con una configuración alveolar en la que las paredes laterales de los tubos son adyacentes entre sí.

La figura 2 es una vista lateral del tubo 2 representado en la figura 1. El tubo 2 comprende las primeras barras 8, 12, 16, 18. Se ha de indicar que el tubo 2 presenta asimismo cuatro primeras barras en el otro lado del tubo 2, que no se representan. Por lo tanto, el tubo 2 comprende cuatro primeras barras adyacentes a las esquinas superiores del tubo 2 y cuatro primeras barras adyacentes a las esquinas inferiores del tubo 2. El tubo 2 comprende asimismo por lo menos una segunda barra 14 entre las esquinas superior e inferior del tubo 2. Por ejemplo, dieciséis segundas barras 14 se montan a lo largo de las dos esquinas del tubo 2 representado en la figura 2. Las dos esquinas del tubo 2, que no se representan en la figura 2 se pueden montar con las segundas barras 14, dieciséis en el presente ejemplo. Se prefiere montar las barras primeras y segundas en las entalladuras en las esquinas del tubo 2 y acoplar las entalladuras de las esquinas de los tubos adyacentes 4, 7.

La figura 3 es una vista lateral del tubo 4 representado en la figura 1. El tubo 4 comprende las primeras barras 20, 22, 24, 26. Se ha de indicar que el tubo 4 presenta asimismo cuatro primeras barras en el otro lado del tubo 4, que no se representan. Por lo tanto, el tubo 4 comprende cuatro primeras barras adyacentes a las esquinas superiores del tubo 4 y cuatro primeras barras adyacentes a las esquinas inferiores del tubo 4. El tubo 4 no comprende segundas barras entre las esquinas superior e inferior del tubo 4. Preferentemente, las primeras barras se montan en las entalladuras adyacentes a las esquinas superior e inferior del tubo 4. Las entalladuras de las esquinas del tubo 4 acoplan las barras primeras y segundas montadas en los tubos adyacentes 2, 6.

Los tubos 6, 7 no se representan en las figuras 2 y 3. Sin embargo, se ha de indicar que el tubo 6 comprende las primeras barras en las tres esquinas adyacentes a los tubos 4, 7. El tubo 6 comprende tres primeras barras adyacentes a las esquinas superiores del tubo 6 y tres primeras barras adyacentes a las esquinas inferiores del tubo 6. El tubo de 6 comprende, además, las segundas barras 28 (representadas en la figura 4) a lo largo de las tres esquinas del tubo 6. La cuarta esquina del tubo 6 adyacente a la pared del recipiente 10 no se monta con primeras

ES 2 379 175 T3

barras ni segundas barras. Se prefiere montar las barras primeras y segundas en las entalladuras de las esquinas del tubo 6 y acoplar las entalladuras de las esquinas de los tubos adyacentes 4, 7.

5 El tubo 7 comprende las primeras barras en las dos esquinas adyacentes a los tubos 2, 6. El tubo 7 comprende dos primeras barras adyacentes a las esquinas superiores del tubo 7 y dos primeras barras adyacentes a las esquinas inferiores del tubo 7. No se montan primeras barras en las dos esquinas del tubo 7 que no son adyacentes a los tubos 2, 6. Además, no se montan segundas barras en el tubo 7. Las primeras barras se montan en las entalladuras adyacentes a las esquinas superior e inferior del tubo 7. Las entalladuras de las esquinas del tubo 7 acoplan las barras primeras y segundas montadas en los tubos adyacentes 2, 6.

10 En una forma de realización alternativa, las primeras barras se pueden montar no únicamente en las esquinas adyacentes a la parte superior e inferior de los tubos 2, 4, 6, 7, sino en cualquier zona de las esquinas de los tubos. Las primeras barras se pueden montar además en las paredes laterales de los tubos. Además, las segundas barras se pueden montar en cualquiera de los tubos 2, 4, 6, 7 y en cualquier zona de las esquinas de los tubos y/o de las paredes laterales de los tubos.

15 La figura 4 es una vista en sección transversal explosionada a lo largo de la línea AA del recipiente 10 representado en la figura 1 que presenta una pluralidad de tubos 2, 4, 6, 7. Los tubos no se encuentran adyacentes entre sí para ilustrar los tubos montados con y sin segundas barras. Los tubos 2 comprenden una o más segundas barras 14 en las esquinas del tubo 2. Los tubos 4, 7 no comprenden segundas barras en las esquinas de los tubos 4. Los tubos 6 comprenden una o más segundas barras 28 en las esquinas de los tubos 6. Las cuartas esquinas de los tubos 6 adyacentes a la pared del recipiente 10 no comprenden segundas barras. En resumen, un conjunto de tubos 4, 7 no se monta con las segundas barras y el otro conjunto de tubos 2, 6 se monta con las segundas barras. Cuando los tubos se encuentran unidos entre sí para formar un conjunto de tubos, las segundas barras montadas en los tubos 2, 6 se acoplan con las esquinas de los tubos 4, 7. Preferentemente, las segundas barras se montan en las entalladuras de los tubos 2, 6 y se acoplan con las entalladuras de los tubos de 4, 7 cuando los tubos se encuentran unidos entre sí.

20 En una forma de realización alternativa, las segundas barras se pueden montar en cualquiera de los tubos 2, 4, 6, 7 y en cualquier zona de las esquinas de los tubos. Por ejemplo, la segunda barra se monta en un primer tubo en una primera zona de la esquina del primer tubo. Otra segunda barra se monta en un segundo tubo en una segunda zona de la esquina del segundo tubo. Cuando el primer tubo y el segundo tubo se encuentran unidos entre sí, la segunda barra montada en la primera zona se acopla con la esquina del segundo tubo y la otra segunda barra montada en la segunda zona se acopla con la esquina del primer tubo.

25 Preferentemente, los tubos 2, 4, 6, 7 se disponen en una pauta alterna para unirse en las esquinas de los tubos 2, 4, 6, 7 creando una célula desarrollada 5. Por ejemplo, el tubo 4 de la columna C, fila C es adyacente en dos esquinas a una esquina del tubo 6 de la columna B, fila B y a una esquina del tubo 2 en la columna D, fila B. El tubo 7 de la columna C, fila A es adyacente en dos esquinas a otra esquina del tubo 6 y a otra esquina del tubo 2. En esta disposición los tubos se pueden unir entre sí en las esquinas de los tubos 2, 4, 6, 7 para crear la célula desarrollada 5 en la columna C, fila B. La unión de los tubos se continuará describiendo haciendo referencia a las figuras 5 a 7.

30 En una forma de realización alternativa, los tubos 2, 4, 6, 7 se pueden disponer de tal modo que las paredes laterales de los tubos 2, 4, 6, 7 sean adyacentes entre sí. Por ejemplo, los tubos se pueden disponer en serie a lo largo de una fila o una columna en el recipiente 10. Haciendo referencia a la figura 4, el tubo 7 en la columna C, fila A puede encontrarse adyacente a otro tubo (no representado) en la columna D, fila A, que a su vez adyacente al tubo 7 en la columna E, fila A. En otro ejemplo, los tubos pueden presentar una forma hexagonal en la que los tubos se pueden unir para formar un conjunto de tubos con una configuración alveolar en la que las paredes laterales de los tubos son adyacentes entre sí. En ambos ejemplos, las primeras barras que unen los tubos 2, 4, 6, 7 se pueden montar en las esquinas o en las paredes laterales de los tubos.

35 La figura 5 es una vista parcial en planta superior de los tubos 2, 4. Los tubos 2, 4 comprenden uno o más materiales contaminados 30 que se unen a las paredes interiores de los tubos 2, 4. Se forma una entalladura 32 en la esquina adyacente a la parte superior del tubo 2 y se forma una entalladura 34 en la esquina adyacente a la parte superior del tubo 4. Las entalladuras 32, 34 se montan con las primeras barras 8, 12, 20, 22. La primera barra 8, 12 se monta en la entalladura 32 del tubo 2 ligeramente por encima de la primera barra 20, 22 montada en la entalladura 34 del tubo 4 de tal modo que las aberturas 36, 38 de las primeras barras 8, 12, 20, 22 se alinean axialmente. Se introduce un pasador (no representado) a través de las aberturas 36, 38 de las primeras barras 8, 12, 20, 22 de los tubos adyacentes 2, 4 para unir los tubos entre sí. La primera barra 8, 12 del tubo 2 se acopla con la entalladura 34 del tubo 4 y la primera barra 20, 22 del tubo 4 se acopla con la entalladura 32 del tubo 2. La disposición de primera barra y pasador se continuará describiendo haciendo referencia a las figuras. 6 y 7.

40 Se ha de indicar que las esquinas inferiores de los tubos 2, 4 comprenden las características mencionadas anteriormente haciendo referencia a la figura 5. Por ejemplo, las primeras barras 16, 18, 24, 26 se montan en las entalladuras adyacentes a las esquinas inferiores de los tubos 2, 4. La primera barra 16, 18 se monta en la entalladura 46 del tubo 2 ligeramente por encima de la primera barra 24, 26 montada en la entalladura 48 del tubo 4

de tal modo que las aberturas 52, 54 de las primeras barras 16, 18, 24, 26 se alinean axialmente. Se introduce un pasador a través de las aberturas 52, 54 de las primeras barras 16, 18, 24, 26 de los tubos adyacentes 2, 4 para unir los tubos entre sí. La primera barra 16, 18 del tubo 2 se acopla con la entalladura 48 del tubo 4 y la primera barra 24, 26 del tubo 4 se acopla con la entalladura 46 del tubo 2. Cabe señalar que los tubos 2 se unen además a los tubos adyacentes 7 y los tubos 4 se unen además a los tubos adyacentes 6 del mismo descrito anteriormente.

Además, los tubos 6, 7 (no representados en la figura 5) comprenden las características que se mencionaron anteriormente haciendo referencia a la figura 5. El tubo 6 comprende entalladuras en las dos esquinas adyacentes a los tubos 4, 7. Preferentemente, tres primeras barras se montan en las entalladuras de las tres esquinas adyacentes a la parte superior del tubo 6 y las tres primeras barras se montan en las entalladuras de las tres esquinas adyacentes a la parte inferior del tubo 6. La cuarta esquina del tubo 6 que es adyacente a la pared del recipiente no comprende entalladuras ni primeras barras. Las primeras barras de los tubos 6, 4, 7 comprenden unas aberturas que se pueden alinear axialmente de tal modo que se extienda un pasador a través de las aberturas de las primeras barras que unen el tubo 6 con los tubos adyacentes 4, 7 entre sí.

El tubo 7 comprende entalladuras en dos esquinas adyacentes a los tubos 2, 6, preferentemente dos primeras barras se montan en las entalladuras de las dos esquinas adyacentes a la parte superior del tubo 7 y dos primeras barras se montan en las entalladuras de las dos esquinas adyacentes a la parte inferior del tubo 7. Las otras dos esquinas no adyacentes a los tubos 2, 6 no comprenden entalladuras ni y primeras barras. Las primeras barras de los tubos 2, 6, 7 comprenden unas aberturas que se pueden alinear axialmente de tal modo que se extienda un pasador a través de las aberturas de las primeras barras que unen el tubo 7 con los tubos adyacentes 2, 6 entre sí.

Las entalladuras se pueden formar en cualquier zona de las esquinas de los tubos 2, 4, 6, 7 y se pueden montar con las primeras barras y/o las segundas barras. Preferentemente, las entalladuras adyacentes a las esquinas superior e inferior de los tubos 2, 4, 6, 7 se montan con las primeras barras tal como se mencionó anteriormente. Las entalladuras entre las esquinas superior e inferior de los tubos 2, 6 alojan las segundas barras 14, 28. Cuando los tubos 2, 4, 6, 7 se encuentran unidos entre sí, las segundas barras 14, 28 montadas en los tubos 2, 6 se acoplan con las entalladuras de los tubos 4, 7.

Al acoplar las primeras barras y las segundas barras en las entalladuras, las paredes laterales de los tubos se pueden alinear en una línea sustancialmente recta con respecto a las paredes laterales de los tubos. Ello permite que el conjunto de tubos distribuya la transferencia de carga horizontal a través de las paredes laterales de los tubos a las paredes del recipiente. Una ventaja, entre otras, es que la distribución de la carga a las paredes laterales reduce la utilización de materiales de soldadura y de la pared del tubo necesarios para soportar las grandes cargas compresivas que se determinan en las normativas y los códigos para recipientes de combustible nuclear agotado. La distribución de la carga a las paredes laterales elimina la tensión y los momentos elevados directamente sobre las soldaduras que se podrían utilizar para unir los tubos adyacentes debido a que las paredes laterales, las barras y las entalladuras transmiten las cargas compresivas.

Preferentemente, las entalladuras son semicirculares para alojar las barras primeras y segundas con una configuración cilíndrica. En una forma de realización alternativa, se pueden realizar las entalladuras para alojar las distintas formas geométricas de las primeras barras y las segundas barras. Por ejemplo, si las barras presentan una forma hexagonal, la entalladura se puede realizar para alojar tres de las seis paredes laterales de las barras hexagonales. En otra forma de realización alternativa, las entalladuras se pueden realizar en las paredes laterales de los tubos 2, 4, 6, 7 y se pueden montar con las primeras barras y/o las segundas barras.

La figura 6 es una vista parcial lateral que representa un mecanismo de fijación de un conjunto de tubos en las esquinas superiores de los tubos 2, 4. El mecanismo de fijación comprende las primeras barras 8, 12, 20, 22 y un pasador 40. Las primeras barras 8, 12, 20, 22 se pueden montar en las entalladuras 32, 34 que se realizan en las esquinas adyacentes a la parte superior de los tubos 2, 4. Se disponen las primeras barras 8, 12, 20, 22 a lo largo de las entalladuras 32, 34 de los tubos 2, 4, de tal modo que se puedan alinear las primeras barras para extender el pasador 40 a través de las aberturas 36, 38 de las primeras barras alineadas para unir los tubos adyacentes 2, 4. El pasador 40 puede comprender una parte de cabeza 42 y una parte de cuerpo 44. La parte del cuerpo 44 del pasador 40 se extiende a través de las aberturas 36, 38 de las primeras barras 8, 12, 20, 22. La parte de cabeza 42 se dispone adyacente a la primera barra 8, 12 y la entalladura 32 del tubo 2, y se puede soldar o sujetar de algún otro modo mediante la primera barra 8, 12 y la entalladura 32 del tubo 2. Por lo tanto, el pasador 40 se puede sujetar mediante un tubo, que en el presente ejemplo, es el tubo 2.

La figura 7 es una vista parcial lateral que representa un mecanismo de fijación en las esquinas inferiores de los tubos 2, 4. El mecanismo de fijación comprende las primeras barras 16, 18, 24, 26 y un pasador 50. Las primeras barras 8, 12, 20, 22 se pueden montar en las entalladuras 46, 48 que se realizan en las esquinas adyacentes a la parte inferior de los tubos 2, 6. Se disponen las primeras barras 16, 18, 24, 26 a lo largo de las entalladuras 46, 48 de los tubos 2, 4, de tal modo que se puedan alinear las primeras barras para extender el pasador 50 a través de las aberturas 52, 54 de las primeras barras alineadas para unir los tubos adyacentes 2, 4. El pasador 50 puede comprender una parte de cabeza 56 y una parte de cuerpo 58. La parte del cuerpo 58 del pasador 50 se extiende a través de las aberturas 52, 54 de las primeras barras 16, 18, 24, 26. La parte de cabeza 56 se dispone adyacente a

la primera barra 24, 26 y la entalladura 48 del tubo 4, y se puede soldar o sujetar de algún otro modo mediante la primera barra 24, 26 y la entalladura 48 del tubo 4. Por lo tanto, el pasador 50 se puede sujetar mediante un tubo, que en el presente ejemplo, es el tubo 4.

5 El mecanismo de fijación descrito haciendo referencia a las figuras 6 y 7 se puede disponer en cualquier zona de las esquinas de los tubos 2, 4 y puede unir los tubos entre sí para constituir un conjunto de tubos. El mecanismo de fijación facilita la transferencia de carga horizontal a través del conjunto de tubos de las paredes del recipiente y proporciona flexibilidad para unir los tubos 2, 4, 6, 7 en una disposición continua en todo el conjunto de tubos. Además, el conjunto de tubos se puede manipular desde el exterior del recipiente 10 como una unidad y no como
10 piezas independientes.

La figura 8 es una vista parcial en sección de los tubos 2, 4 que comprende unas superficies de soporte planas 60, 62 realizadas a lo largo de las esquinas de los tubos 2, 4, en las que no se realizan las entalladuras 32, 34, 46, 48. Los tubos no se encuentran adyacentes entre sí para ilustrar mejor las superficies de soporte planas 60, 62. La
15 figura 9 es una vista parcial en sección que representa la superficie de soporte plana 60 de los tubos 2 acoplándose a la superficie de soporte plana 62 de los tubos de 4 cuando los tubos 2, 4 están unidos.

Cuando los tubos 2, 4 están unidos entre sí, las superficies de soporte planas 60, 62 pueden facilitar la alineación de las paredes laterales del tubo 2 en una línea sustancialmente recta con respecto a las paredes laterales del tubo 4. Por ejemplo, las paredes laterales 64 del tubo 4 se alinean en una línea sustancialmente recta con respecto a las
20 paredes laterales 66 del tubo 2. La pared lateral 70 del tubo 4 se alinea en una línea sustancialmente recta con respecto a la pared lateral 68 del tubo 2. Ello facilita la transferencia de carga horizontal a través del conjunto de tubos hasta las paredes del recipiente. Se ha de indicar que los tubos 2, 4, 6, 7 comprenden unas superficies planas en las esquinas de los tubos correspondientes.

La figura 10 es un organigrama que ilustra una forma de realización del procedimiento 72 de realización del recipiente para almacenar combustible nuclear agotado. Empezando con el bloque 74, se realizan una o más entalladuras en la pluralidad de tubos, preferentemente en las esquinas de los tubos. En una forma de realización
25 alternativa, las entalladuras se pueden realizar en las paredes laterales de los tubos.

En el bloque 76, las entalladuras se pueden montar con las primeras barras o las segundas barras o ambos tipos. Preferentemente, las segundas barras se montan en un conjunto de tubos y no se montan segundas barras en otro conjunto de tubos. En el bloque 78, se realizan una o más superficies de soporte planas se forman en las esquinas de los tubos, preferentemente donde no se realizan las entalladuras. Las superficies de soporte planas de los tubos
30 son adyacentes y se pueden acoplar entre sí cuando los tubos se encuentran unidos.

En el bloque 80, una pluralidad de tubos se dispone adyacente entre sí, preferentemente en las esquinas de los tubos de tal modo que las paredes laterales de los tubos se alinean en una línea sustancialmente recta. Además, se prefiere asimismo disponer cuatro tubos en pautas alternas para crear una célula desarrollada. En una forma de
40 realización alternativa, los tubos se pueden disponer de tal modo que las paredes laterales de los tubos sean adyacentes entre sí. Por ejemplo, si los tubos se conforman con una sección transversal rectangular, los tubos rectangulares se pueden disponer en serie. Si los tubos se conforman con una sección transversal hexagonal, los tubos hexagonales se pueden disponer en una configuración alveolar.

En el bloque 82, las primeras barras de los tubos adyacentes se encuentran alineadas. En el bloque 84, se introducen uno o más pasadores a través de las aberturas de las primeras barras alineadas. En el bloque 86, el pasador se puede soldar o sujetar de algún otro modo por las primeras barras de uno de los tubos adyacentes.

Cabe destacar que las formas de realización descritas anteriormente en la presente memoria, en particular cualquier forma de realización «preferida», constituyen simplemente posibles ejemplos de aplicaciones, que se describen únicamente para una comprensión clara de los principios de la presente memoria. Se pueden realizar muchas variaciones y modificaciones a la(s) forma(s) de realización descrita(s) anteriormente en la presente memoria sin apartarse sustancialmente de los principios de la presente memoria. Se pretende que todas estas modificaciones y variaciones queden comprendidas en la presente memoria dentro del alcance de la presente memoria protegida por
50 las reivindicaciones siguientes.

Se dan a conocer un aparato y los procedimientos para realizar un recipiente destinado a almacenar combustible nuclear agotado. En un ejemplo, entre otros, un recipiente para almacenar el combustible nuclear agotado comprende una pluralidad de tubos alargados para alojar barras de combustible nuclear agotado. Cada tubo
60 presenta cuatro paredes laterales y cuatro esquinas que definen una sección transversal rectangular. La pluralidad de tubos se dispone con una pauta alterna. Unos medios de unión fija entre sí la pluralidad de tubos en las esquinas de tal modo que dos paredes laterales adyacentes de los tubos adyacentes se encuentran sustancialmente alineados.

En otro ejemplo, un recipiente para almacenar combustible nuclear agotado comprende una pluralidad de tubos, una pluralidad de primeras barras, y uno o más pasadores. La pluralidad de tubos aloja conjuntos de combustible nuclear

agotado. La pluralidad de primeras barras presenta unas aberturas y se monta en la pluralidad de tubos. Las primeras barras se alinean de tal modo que uno o más pasadores se extienden a través de las aberturas de las primeras barras uniéndose los tubos entre sí.

5 En otro ejemplo, un recipiente para almacenar o transportar combustible nuclear agotado comprende una pluralidad de tubos y una pluralidad de primeras barras. La pluralidad de tubos aloja conjuntos de combustible nuclear agotado y los tubos son adyacentes entre sí. La pluralidad de tubos presenta una pluralidad de entalladuras que aloja la pluralidad de primeras barras. Una parte de la pluralidad de primeras barras montada en las entalladuras de los tubos adyacentes se encuentra unida a otra parte de la pluralidad de primeras barras uniéndose los tubos entre sí.

10 En otro ejemplo, un recipiente para almacenar combustible nuclear agotado comprende una pluralidad de tubos alargados y una pluralidad de primeras barras. La pluralidad de tubos alargados aloja barras de combustible nuclear agotado. Cada tubo presenta cuatro paredes laterales y cuatro esquinas que definen una sección transversal rectangular. La pluralidad de tubos se dispone con una pautas alterna. Los tubos presentan una pluralidad de entalladuras y una pluralidad de superficies de soporte planas en por lo menos una esquina de los tubos. La pluralidad de primeras barras se monta en la pluralidad de entalladuras de las esquinas de la pluralidad de tubos. Una parte de la pluralidad de primeras barras montada en los tubos adyacentes se encuentra unida a otra parte de la pluralidad de primeras barras uniéndose los tubos entre sí. La pluralidad de tubos se encuentra unida en las esquinas de tal modo que la pluralidad de superficies de soporte planas de los tubos adyacentes se acopla entre sí y las dos paredes laterales adyacentes de los tubos adyacentes se encuentran alineadas.

20 En un ejemplo, se proporciona un dispositivo de fijación para un conjunto de tubos que almacena o transporta combustible nuclear agotado. El mecanismo de fijación comprende uno o más pasadores y una pluralidad de primeras barras que se montan en una pluralidad de tubos. Las primeras barras presentan unas aberturas y se alinean de tal modo que uno o más pasadores se extienden a través de las aberturas de la pluralidad de primeras barras.

25 Además, resulta posible proporcionar un procedimiento para realizar un recipiente destinado a almacenar o transportar combustible nuclear agotado. Dicho procedimiento se puede resumir en sentido amplio mediante las siguientes etapas: realizar una o más entalladuras en una pluralidad de tubos, montar una pluralidad de primeras barras en las entalladuras de la pluralidad de tubos, disponer la pluralidad de tubos adyacentes entre sí, alinear la pluralidad de primeras barras e introducir uno o más pasadores a través de las aberturas alineadas de la pluralidad de primeras barras para unir la pluralidad de tubos.

REIVINDICACIONES

1. Recipiente 10 destinado almacenar o transportar combustible nuclear agotado, comprendiendo el recipiente:
 una pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) que aloja barras de combustible nuclear agotado;
 5 una pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) que se monta en la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7), presentando dichas primeras barras (8, 12, 16, 18) unas aberturas (36, 38, 52, 54); y uno o más pasadores (40, 50);
 en el que la pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) se alinea de tal modo que uno o más pasadores (40, 50) se
 10 extienden a través de las aberturas (36, 38, 52, 54) de la pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) que une los tubos (2, 4, 6, 7) entre sí y cada uno de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) comprende una pluralidad de entalladuras (32, 34, 46, 48) en la pluralidad de tubos, montándose las primeras barras (8, 12, 16, 18) en las entalladuras (32, 34, 46, 48) de uno de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) y acoplándose las entalladuras (32, 34, 46, 48) del otro tubo adyacente (2, 4, 6, 7) cuando los tubos (2, 4, 6, 7) se unen entre sí.
- 15 2. Recipiente según la reivindicación 1, en el que uno o más pasadores (40, 50) comprenden una parte de cabeza (42, 56) y una parte de cuerpo (44, 58), extendiéndose la parte del cuerpo (44, 58) a través de las aberturas (36, 38, 52, 54) de las primeras barras alineadas (8, 12, 16, 18) de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) y siendo la parte de cabeza (42, 56) adyacente a una de la pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) acopladas entre sí.
- 20 3. Recipiente según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) presenta cuatro paredes y cuatro esquinas que definen una sección transversal rectangular, realizándose la pluralidad de entalladuras (32, 34, 46, 48) en las esquinas de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) y montándose las primeras barras (8, 12, 16, 18) en las entalladuras (32, 34, 46, 48) de uno de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) y acoplándose las entalladuras del otro tubo adyacente (2, 4, 6, 7) cuando los tubos (2, 4, 6, 7) se unen entre sí,
 25 disponiéndose la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) con una pauta alterna, uniéndose la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) entre sí en las esquinas de tal modo que dos paredes laterales adyacentes (64, 66, 68, 70) de los tubos adyacentes se encuentran sustancialmente alineadas.
- 30 4. Recipiente según la reivindicación 3, en el que la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) comprende una pluralidad de superficies de soporte planas (60, 62) en la esquina de los tubos (2, 4, 6, 7), acoplándose la pluralidad de superficies de soporte planas (60, 62) de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) entre sí cuando los tubos (2, 4, 6, 7) se unen entre sí.
5. Procedimiento para realizar un recipiente destinado a almacenar o transportar combustible nuclear agotado, comprendiendo el procedimiento las etapas de:
 35 realizar una o más entalladuras (32, 34, 46, 48) en una pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7);
 montar una pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) en las entalladuras (32, 34, 46, 48) de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7); y
 disponer la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) adyacentes entre sí alineando la pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18); e
 40 introducir uno o más pasadores (40, 50) a través de las aberturas alineadas (36, 38, 52, 54) de la pluralidad de primeras barras (8, 12, 16, 18) para unir la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7)
 en el que cada uno de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) comprende una pluralidad de entalladuras (32, 34, 46, 48) en la pluralidad de tubos, montándose las primeras barras (8, 12, 16, 18) en las entalladuras (32, 34, 46, 48) de uno de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) y acoplándose las entalladuras (32, 34, 46, 48) del otro tubo adyacente (2, 4, 6, 7) cuando los tubos (2, 4, 6, 7) se unen entre sí.
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 5, que comprende la etapa de realizar una o más entalladuras (32, 34, 46, 48) en una o más esquinas de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) o en las paredes laterales de la pluralidad de tubos.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la disposición de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) adyacentes entre sí comprende alinear las paredes laterales (64, 66, 68, 70) de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7) en una línea sustancialmente recta.
8. Procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además montar una o más segundas barras (14, 28) en las entalladuras de la pluralidad de tubos (2, 4, 6, 7).
- 55 9. Procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además realizar una pluralidad de superficies de soporte planas (60, 62) en las esquinas de los tubos y acoplar las superficies de soporte planas (60, 62) de los tubos adyacentes (2, 4, 6, 7) adyacentes entre sí cuando los tubos (2, 4, 6, 7) se unen entre sí.

FIG.1

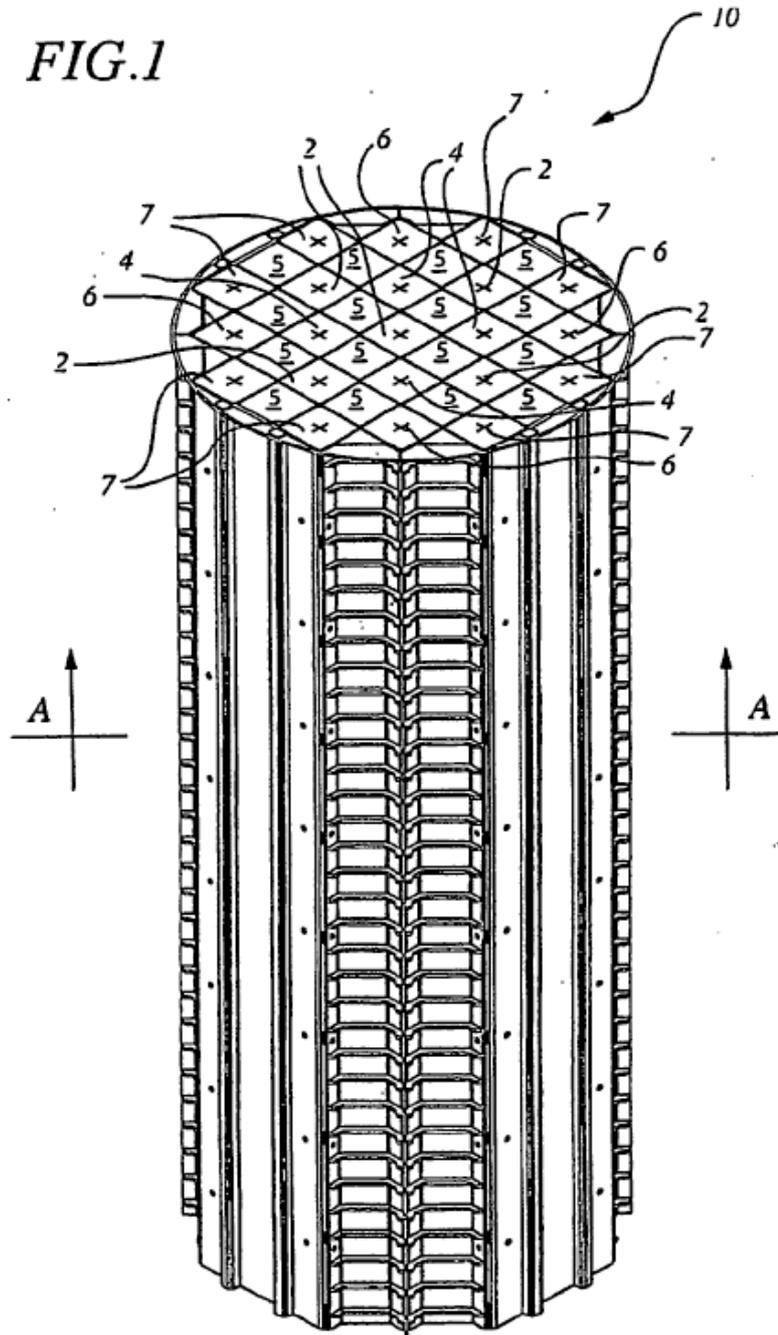


FIG.2

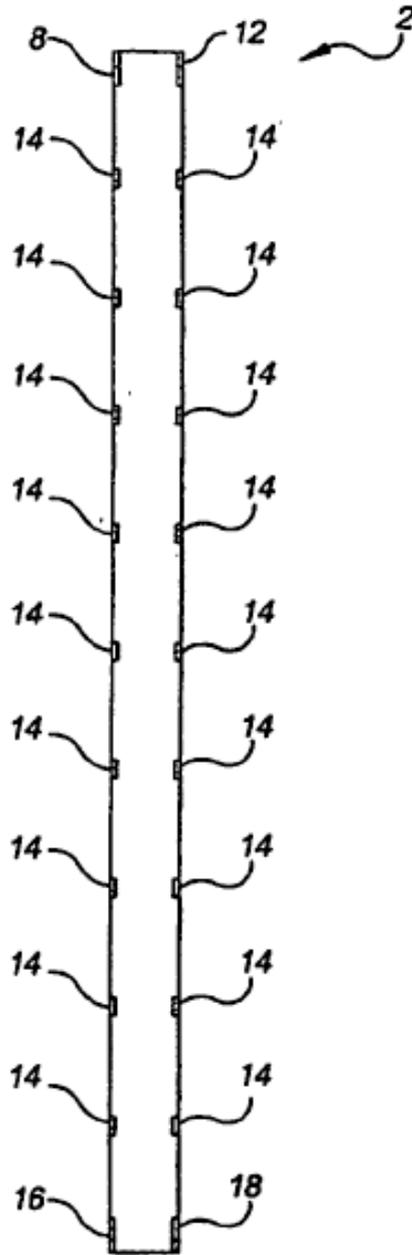


FIG.3

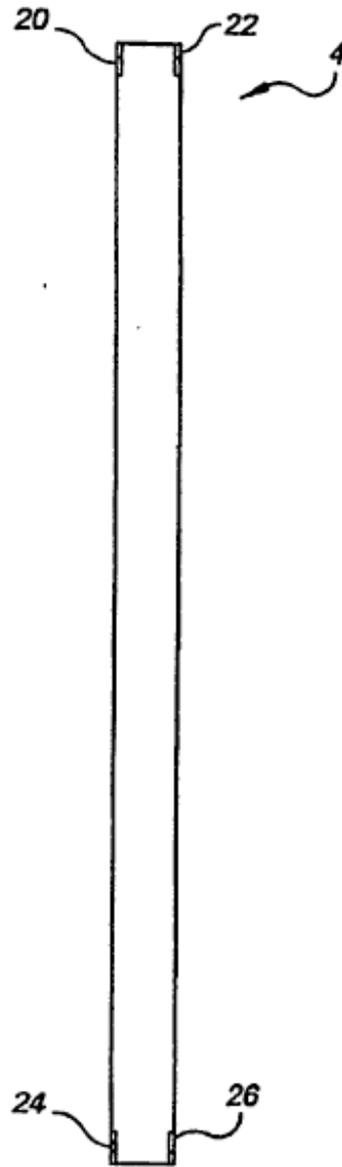


FIG. 4

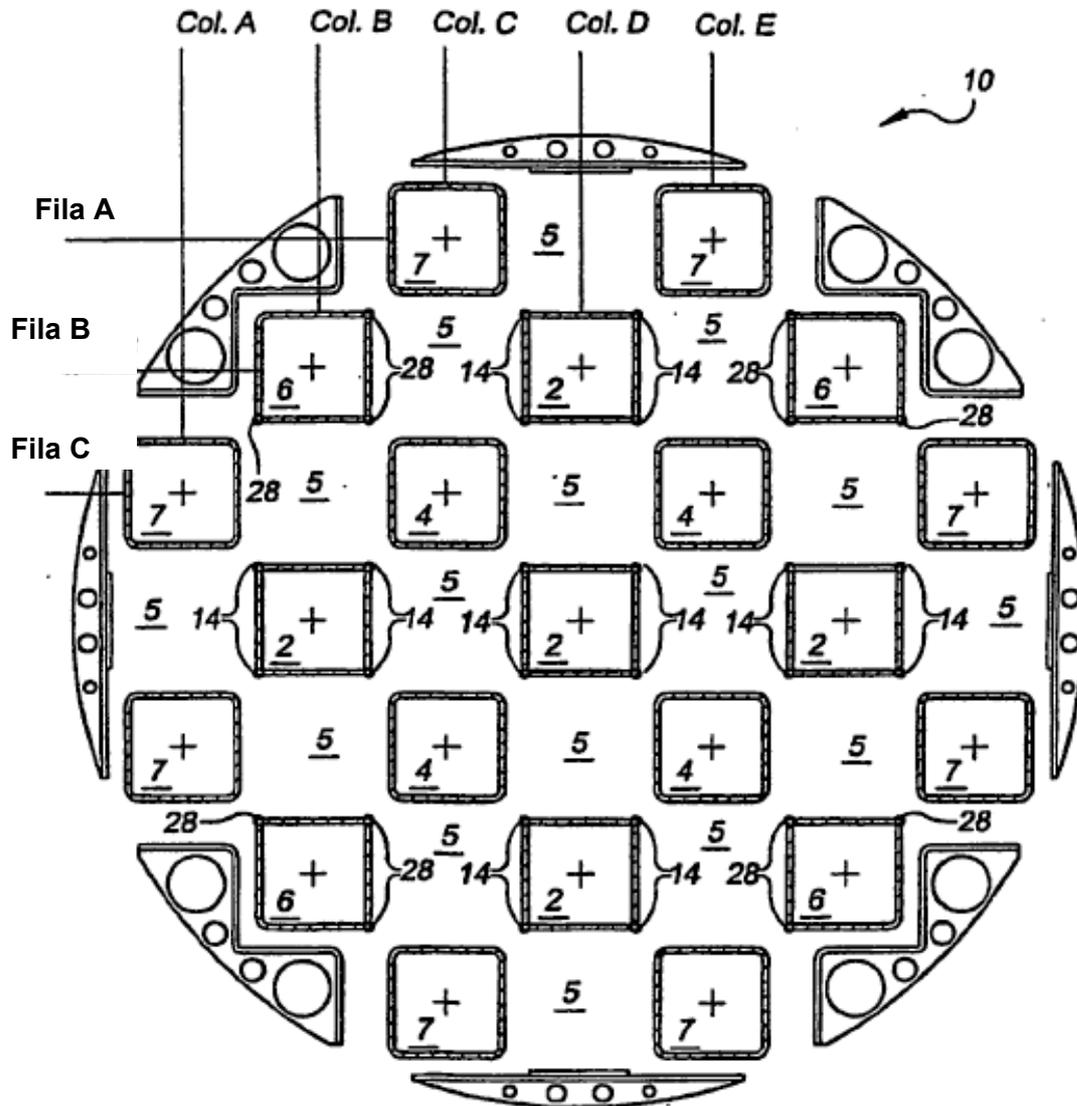


FIG.5

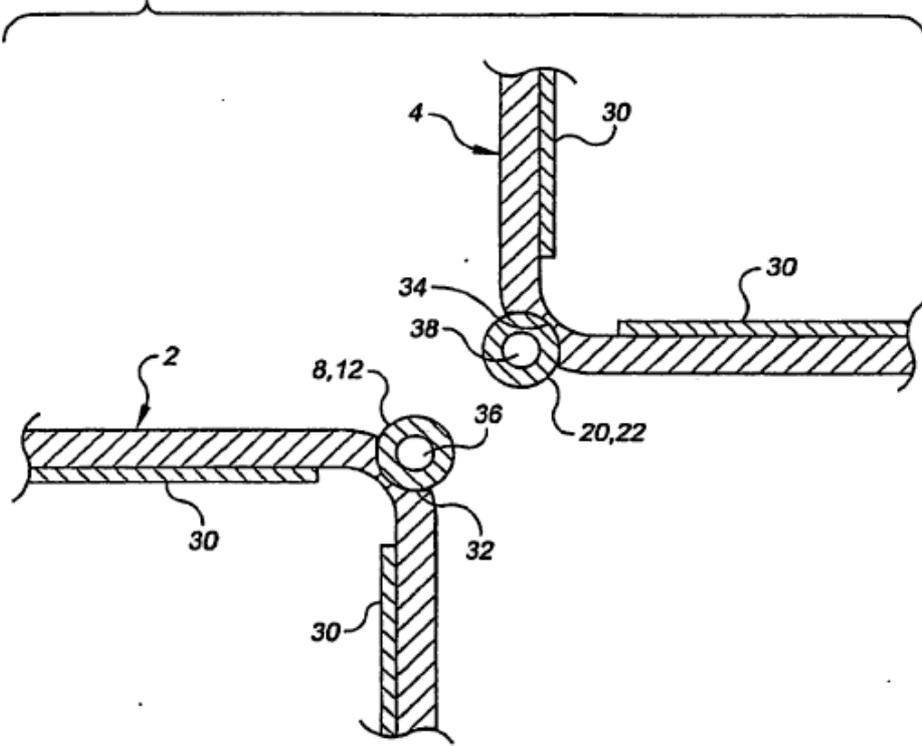
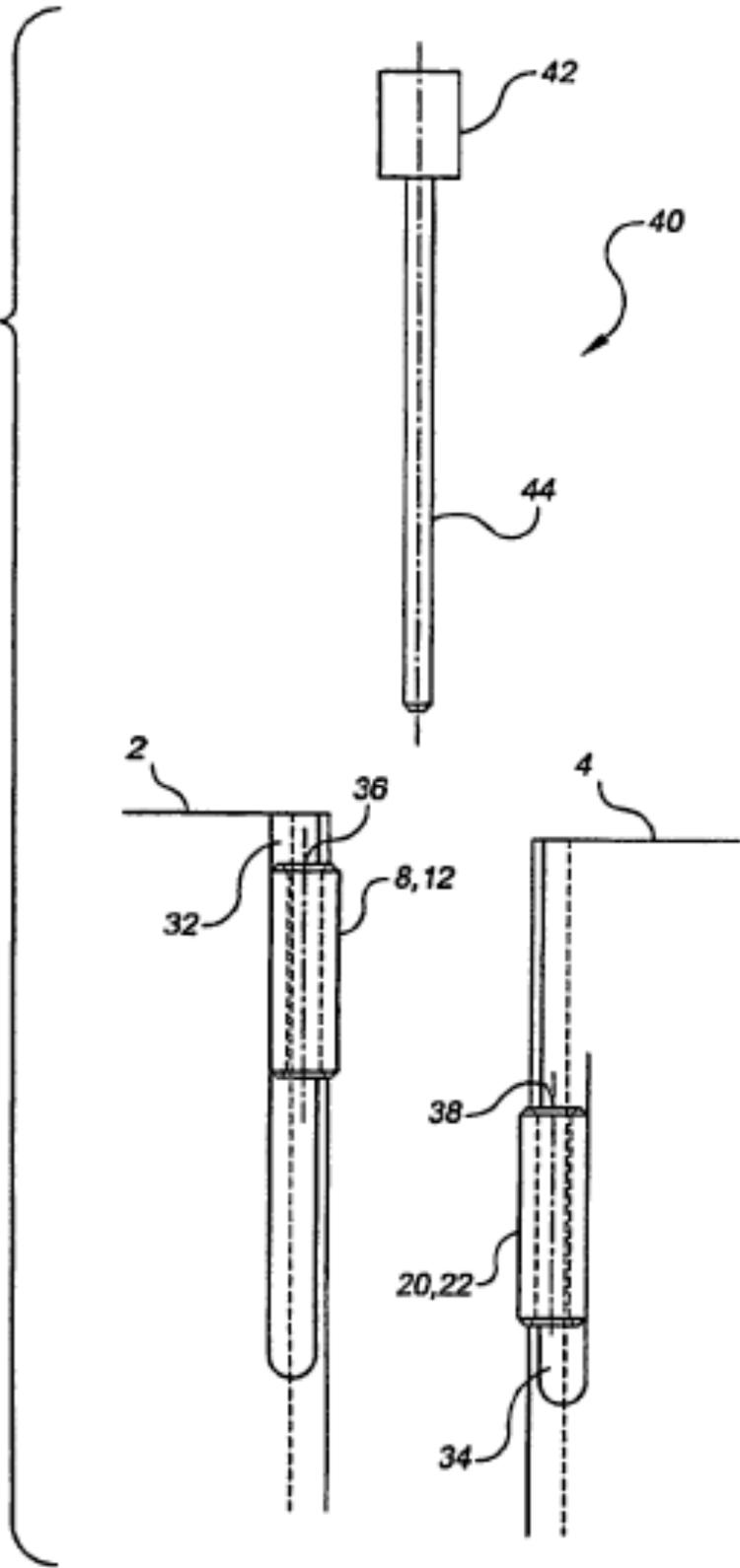


FIG.6



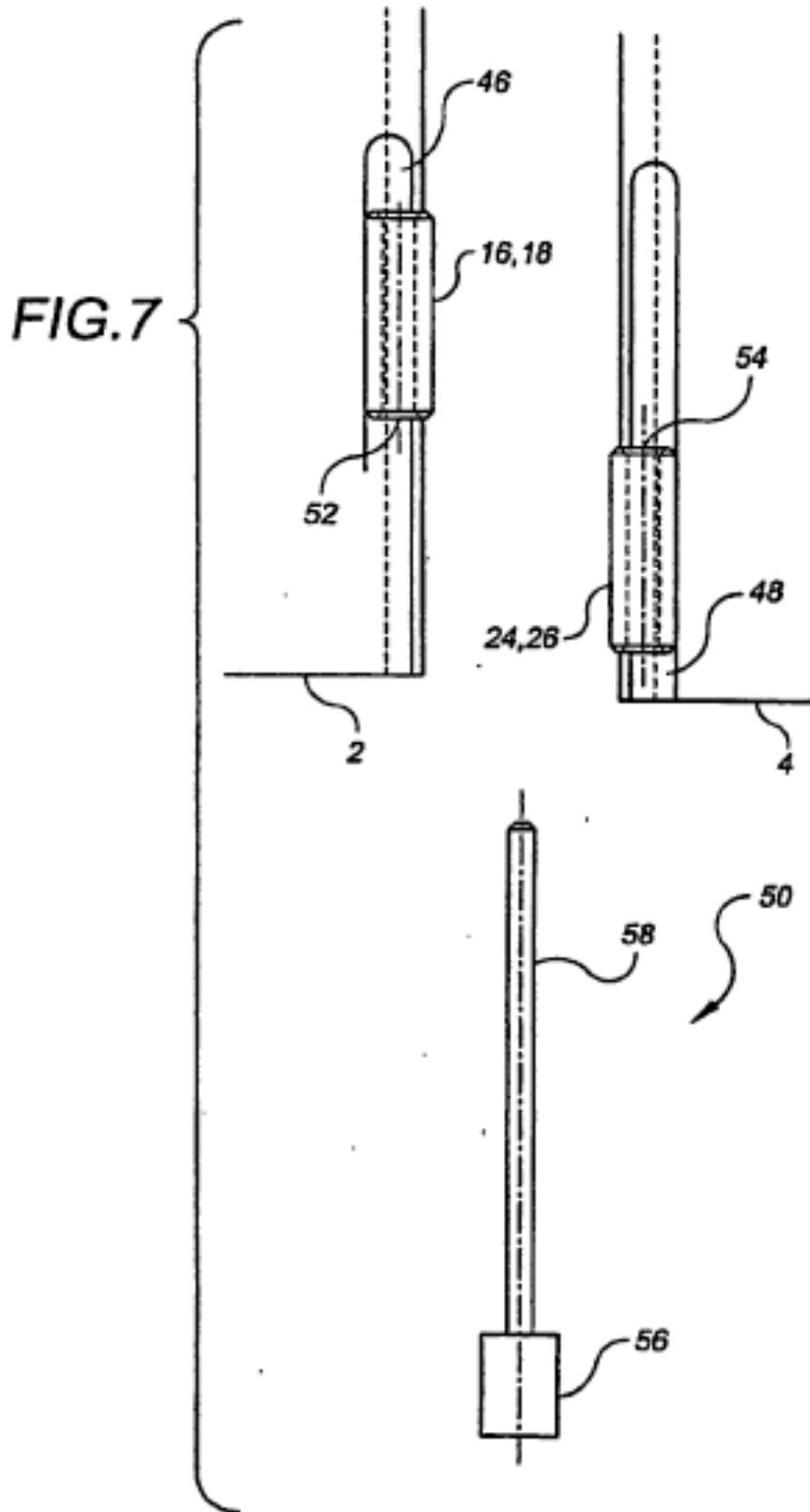
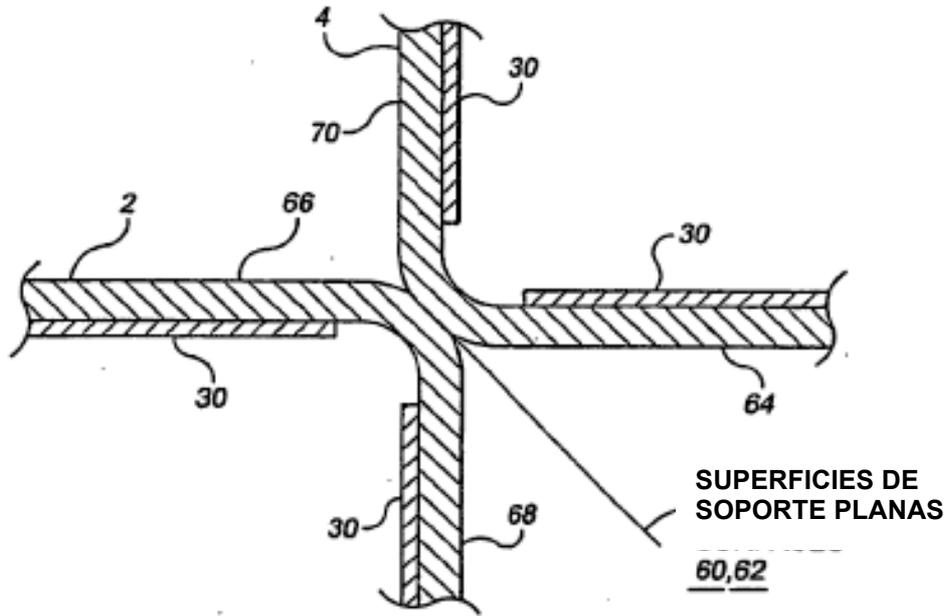


FIG.9



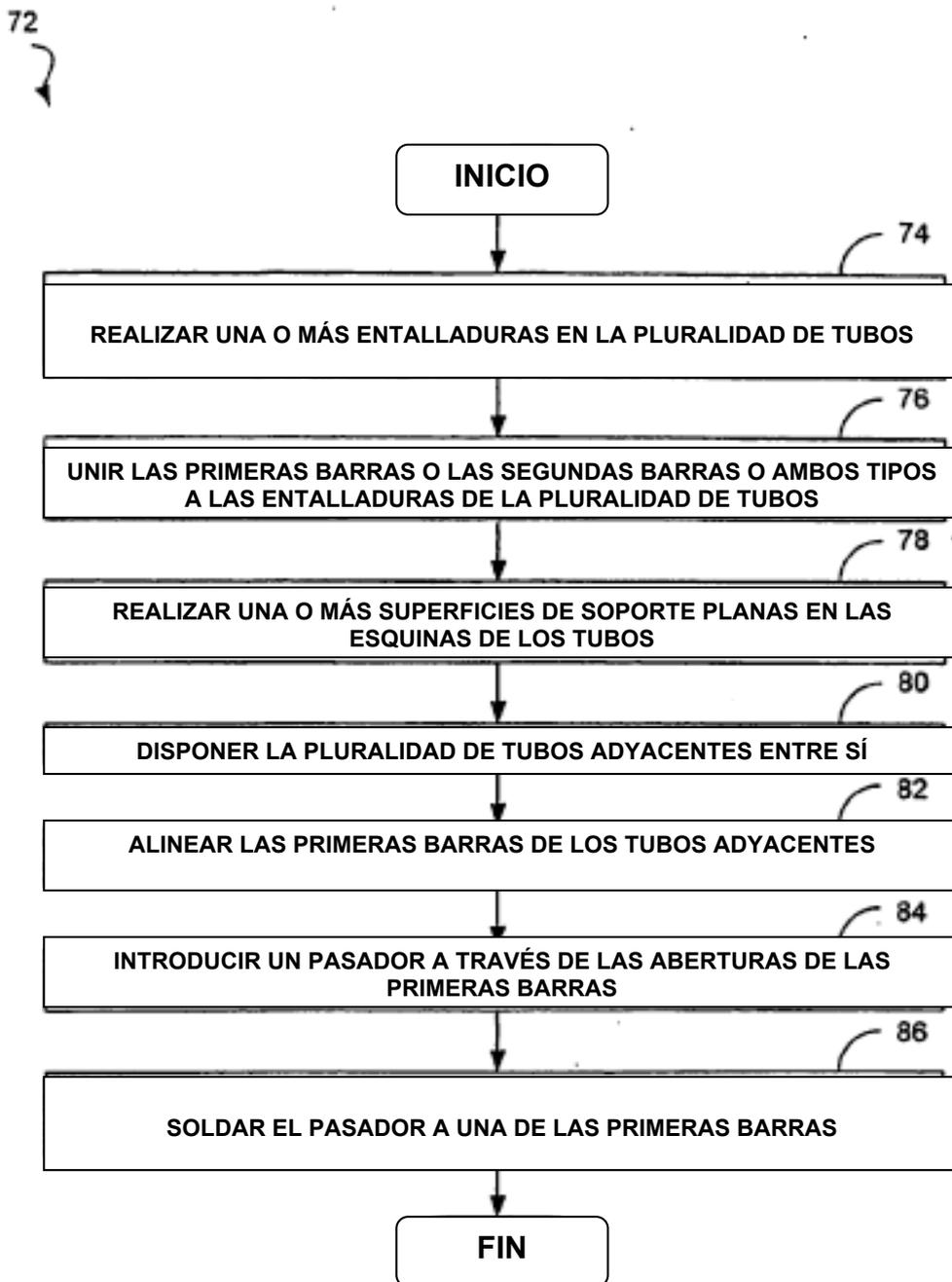


FIG. 10

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La presente lista de referencias citadas por el solicitante se presenta únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque la recopilación de las referencias se ha realizado muy cuidadosamente, no se pueden descartar errores u omisiones y la Oficina Europea de Patentes declina toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 60535884 B [0001]
- US 60510385 B [0001]
- WO 0072326 A1 [0005]
- US 4652422 A [0006]
- US 4630738 A [0007]
- US 4034227 A [0008]
- FR 2482354 [0009]