

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 733**

51 Int. Cl.:

G21C 3/33 (2006.01)

G21C 3/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.09.2011 PCT/US2011/053200**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO12050805**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2011 E 11832998 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2628159**

54 Título: **Muelle de retención del conjunto de combustible nuclear**

30 Prioridad:

11.10.2010 US 901599

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

22.11.2018

73 Titular/es:

**WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(100.0%)
1000 Westinghouse Drive
Cranberry Township, Pennsylvania 16066, US**

72 Inventor/es:

**LEE, YU, CHUNG y
CHOI, JOONHYUNG**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 690 733 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

Muelle de retención del conjunto de combustible nuclear

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

- 5 La presente invención versa, en general, acerca de un conjunto de combustible de reactor nuclear y, más en particular, acerca de un muelle mejorado de retención en la tobera superior del conjunto de combustible.

2. Técnica relacionada

10 El lado primario de los sistemas de generación de energía de un reactor nuclear que son refrigerados con agua a presión comprende un circuito cerrado que está aislado y en una relación de intercambio de calor con el lado secundario para la producción de energía útil. El lado primario comprende la vasija del reactor, que rodea una estructura interna del núcleo que soporta una pluralidad de conjuntos de combustible que contienen material físil, el circuito primario en los generadores de vapor de intercambio de calor, el volumen interno de un presurizador, bombas y tuberías para hacer circular agua a presión; conectando las tuberías cada uno de los generadores de vapor y de las bombas con la vasija del reactor, de forma independiente. Cada una de las partes del lado primario, que comprenden un generador de vapor, una bomba y un sistema de tuberías que están conectados con la vasija, forman un bucle del lado primario.

15 Con un fin ilustrativo, la Figura 1 muestra un sistema primario simplificado de un reactor nuclear, que incluye una vasija generalmente cilíndrica 10 de presión de un reactor que tiene una tapa 12 de vasija (también mostrada en la Figura 2), que rodea el núcleo 14. Se bombea un refrigerante líquido del reactor, tal como agua, al interior de la vasija 10 mediante una bomba 16 a través del núcleo 14 en el que la energía térmica es absorbida y descargada a un intercambiador 18 de calor, denominado, normalmente, generador de vapor, en el que se transfiere calor a un circuito (no mostrado) de utilización, tal como un turbogenerador accionado por vapor. Entonces, el refrigerante del reactor es devuelto a la bomba 16, completando el bucle primario. Normalmente, se conecta una pluralidad de los bucles descritos anteriormente a una única vasija 10 del reactor mediante tuberías 20 de refrigerante del reactor.

25 En la Figura 2 se muestra con más detalle un diseño ejemplar de reactor. Además del núcleo 14 que consiste en una pluralidad de conjuntos verticales paralelos 22 de combustible que se extienden conjuntamente, para los fines de la presente descripción, la otra estructura interna de la vasija puede estar dividida en los conjuntos internos inferiores 24 y en los conjuntos internos superiores 26. En diseños convencionales, la función de los conjuntos internos inferiores es soportar, alinear y guiar los componentes del núcleo y la instrumentación, al igual que dirigir el flujo dentro de la vasija. Los conjuntos internos superiores retienen o proporcionan una retención secundaria para los conjuntos 22 de combustible (mostrándose únicamente dos de ellos en aras de la sencillez en esta figura), y soportan y guían la instrumentación y los componentes, tales como las barras 28 de control. En el reactor ejemplar mostrado en la Figura 2, el refrigerante entra en la vasija 10 del reactor a través de una o más toberas 30 de entrada, fluye descendientemente a través de un anillo entre la vasija y el barrilete 32 del núcleo, es cambiado de sentido 180° en un plenum inferior 34, pasa hacia arriba a través de una placa inferior 37 de soporte y una placa inferior 36 del núcleo sobre la que están asentados los conjuntos 22 de combustible y a través de los conjuntos y en torno a los mismos. En algunos diseños, la placa inferior 37 de soporte y la placa inferior 36 del núcleo son sustituidas por una única estructura, la placa inferior de soporte del núcleo, a la misma elevación que la 37. El flujo de refrigerante a través del núcleo y el área circundante 38 es normalmente grande, del orden de aproximadamente 40 $25 \text{ m}^3/\text{s}$, a una velocidad de aproximadamente 6 m/s . La caída de presión y las fuerzas de rozamiento resultantes tienden a provocar que los conjuntos de combustible se eleven, movimiento que es restringido por los conjuntos internos superiores, incluyendo una placa superior circular 40 del núcleo. El refrigerante que sale del núcleo 14 fluye a lo largo de la cara inferior de la placa superior 40 del núcleo y hacia arriba a través de una pluralidad de perforaciones 42. Entonces, el refrigerante fluye hacia arriba y radialmente hasta una o más toberas 44 de salida.

45 Los conjuntos internos superiores 26 pueden estar soportados desde la vasija o la cabeza de la vasija e incluyen un conjunto superior 46 de soporte. Se transmiten cargas entre el conjunto superior 46 de soporte y la placa superior 40 del núcleo, principalmente mediante una pluralidad de columnas 48 de soporte. Una columna de soporte está alineada encima de un conjunto seleccionado 22 de combustible y perforaciones 42 en las placas superiores 40 del núcleo.

50 Normalmente, las barras 28 de control amovibles de forma rectilínea incluyen un eje 50 de accionamiento y una estructura tipo araña 52 de las barras 28 de veneno neutrónico que son guiadas a través de los conjuntos internos superiores 26 y al interior de conjuntos alineados 22 de combustible mediante tubos guía 54 de las barras de control. Los tubos guía están unidos firmemente al conjunto superior 46 de soporte y conectados con la parte superior de la placa superior 40 del núcleo.

55 La Figura 3 es una vista en alzado, representada en forma verticalmente acortada, de un conjunto típico de combustible designado, en general, mediante el número de referencia 22. El conjunto 22 de combustible es del tipo utilizado en un reactor de agua a presión y tiene una estructura que, en su extremo inferior, incluye una tobera

inferior 58, denominada, a veces, el accesorio terminal inferior. La tobera inferior 58 soporta el conjunto 22 de combustible sobre una placa inferior 60 de soporte del núcleo en la región del núcleo del reactor nuclear (la placa inferior 60 de soporte del núcleo es representada por el número de referencia 36 en la Figura 2). Además de la tobera inferior 58, la estructura del conjunto 22 de combustible también incluye una tobera superior 62 (denominada, a veces, accesorio terminal superior) en su extremo superior y un número de tubos o manguitos guía 54 (también denominados tubos guía), que se extienden longitudinalmente entre las toberas inferior y superior 58 y 62 y en extremos opuestos están fijados rigidamente al mismo.

El conjunto 22 de combustible incluye, además, varias rejillas transversales 64 separadas axialmente a lo largo de los manguitos guía 54, y montadas en los mismos, y un conjunto organizado de varillas alargadas 66 de combustible separadas transversalmente y soportadas por las rejillas 64. Aunque no puede verse en la Figura 3, las rejillas 64 están formadas convencionalmente a partir de flejes ortogonales que están entrelazados en un patrón de huevera con la interfaz adyacente de cuatro flejes que definen celdas aproximadamente cuadradas de soporte a través de las cuales las varillas 66 de combustible están soportadas en una relación separada transversalmente entre sí. En muchos diseños convencionales, los muelles y las pestañas están estampados en las paredes opuestas de los flejes que forman las celdas de soporte. Los muelles y las pestañas se extienden radialmente al interior de las celdas de soporte y capturan las varillas de combustible entre los mismos; ejerciendo presión sobre la vaina de las varillas de combustible para mantener las varillas en su posición. Además, el conjunto 22 tiene un tubo 68 de instrumentación ubicado en el centro del mismo que se extiende entre las toberas inferior y superior 58 y 62, y está montado en las mismas. Con tal disposición de partes, el conjunto 22 de combustible forma una unidad integral susceptible de ser manipulada, convenientemente, sin dañar el conjunto de partes.

Según se ha mencionado anteriormente, las varillas 66 de combustible en el conjunto de las mismas en el conjunto 22 están mantenidas en una relación separada entre sí mediante las rejillas 64 separadas en la longitud del conjunto de combustible. Cada varilla 66 de combustible incluye una pluralidad de pastillas 70 de combustible nuclear y está cerrada en sus extremos opuestos mediante tapones extremos superior e inferior 72 y 74 de cierre. Las pastillas 70 se mantienen en una pila mediante un resorte 76 del plenum dispuesto entre el tapón extremo superior 72 de cierre y la parte superior de la pila de pastillas. Las pastillas 70 de combustible, compuestas de material físil, son responsables de crear la potencia reactiva del reactor. La vaina que rodea las pastillas funciona como una barrera para evitar que los subproductos de fisión entren en el refrigerante y contaminen adicionalmente el sistema del reactor.

Para controlar el procedimiento de fisión, un número de barras 78 de control son amovibles con un movimiento de vaivén en los manguitos guía 54 ubicados en posiciones predeterminadas en el conjunto 22 de combustible. Específicamente, un mecanismo 80 de control del haz de barras colocado encima de la tobera superior 62 soporta las barras 78 de control. El mecanismo de control tiene un miembro de cubo cilíndrico roscado internamente 82 con una pluralidad de uñas o brazos 52 que se extienden radialmente. Cada brazo 52 está interconectado con las barras 78 de control, de forma que el mecanismo 80 de las barras de control sea operable para mover las barras de control verticalmente en los manguitos guía 54 para controlar, de ese modo, el procedimiento de fisión en el conjunto 22 de combustible, bajo la potencia motriz de los ejes 50 de accionamiento de las barras de control que están acoplados con los cubos 80 de las barras de control, todo ello de una forma bien conocida.

Según se ha mencionado anteriormente, los conjuntos de combustible son sometidos a fuerzas hidráulicas que superan el peso de las varillas de combustible y, de ese modo, ejercen fuerzas significativas sobre las varillas de combustible y los conjuntos de combustible. Estas fuerzas son contrarrestadas por una combinación del peso de los conjuntos 22 de combustible y una pluralidad de conjuntos 56 de muelle de retención en las toberas superiores 62 que empujan contra la placa superior 40 del núcleo (Figura 2) del reactor. De ese modo, los conjuntos 56 de muelle de retención evitan que la fuerza del flujo ascendente de refrigerante levante los conjuntos de combustible hasta un contacto que dañe la placa superior del núcleo, a la vez que permiten cambios en la longitud del conjunto de combustible debido a la dilatación térmica y al aumento de la radiación inducidos por el núcleo. La experiencia operativa ha demostrado que estos muelles de retención pueden estar sujetos a un agrietamiento por corrosión bajo tensión, lo que puede reducir su eficacia.

El documento JP H10 197 675 A describe una disposición de muelle de láminas flexibles de retención para la tobera superior de un conjunto de combustible nuclear en el que se colocan muelles de láminas flexibles en una pluralidad de capas en la tobera superior del conjunto de combustible, con el muelle de láminas flexibles más alto doblado ligeramente hacia arriba desde la porción fija y los otros muelles de láminas flexibles están formados rectos sin curvatura desde las porciones de fijación y solapándose a estas porciones fijas de los muelles de láminas flexibles, son fijados con un ángulo agudo con respecto a la línea del eje del conjunto de combustible.

El documento US 5 271 053 A describe una disposición de muelle de láminas flexibles de retención para un conjunto de combustible nuclear con un accesorio terminal superior que tiene ranuras de retención del muelle. Dos pilas de muelles están compuestas de ballestas metálicas alargadas unitarias que tienen dos porciones de tramo de anchura sustancialmente ahusada unidas por una porción arqueada de transición entre las mismas.

En consecuencia, se desea una nueva disposición de retención que mantenga su resiliencia durante ciclos de combustible mayores. Además, se desea un nuevo conjunto de retención que sea más resistente al agrietamiento por corrosión bajo tensión.

Sumario de la invención

5 Se logran estos y otros objetos mediante un conjunto mejorado de combustible que tiene un accesorio terminal superior y un accesorio terminal inferior conectados entre sí mediante un conjunto estructural que tiene una dimensión axial que se extiende desde el accesorio terminal inferior hasta el accesorio terminal superior, teniendo el accesorio terminal superior un conjunto de muelle de retención que se prolonga por encima de una superficie superior del accesorio terminal superior. El muelle de retención tiene un miembro de muelle primario que se extiende por encima del accesorio terminal superior, que incluye una primera porción de tramo recto que tiene un extremo fijado a un bastidor del accesorio terminal superior con un ángulo agudo con respecto a un plano ortogonal a la dimensión axial del conjunto de combustible, siendo el ángulo agudo superior a 0°. Una porción arqueada de transición se extiende en el otro extremo del primer tramo recto con una segunda porción de tramo recto que se extiende desde la porción de transición hacia el bastidor con un ángulo agudo incluido con el primer tramo. El miembro de muelle primario está orientado sobre el accesorio terminal superior, de forma que la porción de transición se encuentre a la mayor elevación vertical, por lo que un movimiento de acercamiento mutuo del accesorio terminal y de una placa superior del reactor en los que está diseñado para operar el conjunto de combustible nuclear, carga fundamentalmente la porción de transición y desvía la primera porción de tramo en torno a la fijación al bastidor del accesorio terminal. El conjunto de muelle de retención también incluye al menos un muelle secundario que tiene extremos primero y segundo. El primer extremo está fijado al accesorio terminal superior adyacente al primer extremo del primer tramo del muelle primario. El segundo extremo termina adyacente a la porción de transición e incluye medios para interactuar con la porción de transición para resistir un movimiento descendente de la porción de transición cuando el miembro de muelle primario se desvía en forma de voladizo.

25 Preferentemente, el extremo del muelle primario que está fijado al bastidor del accesorio terminal superior está soportado en una ranura en el bastidor que se extiende sustancialmente con un ángulo agudo. Según la invención, se sujeta el muelle en una primera porción de la superficie en el bastidor que se extiende sustancialmente con un ángulo agudo, estando redondeada la periferia de la primera porción de la superficie del bastidor debajo del muelle primario para pasar a una segunda porción de la superficie del bastidor debajo del muelle primario que se extiende sustancialmente paralela al plano ortogonal con respecto a la dimensión axial.

30 El al menos un muelle secundario anterior tiene un tramo sustancialmente plano que se extiende desde el primer extremo hasta una porción intermedia cerca del segundo extremo, en el que el tramo plano está redondeado en la dirección del bastidor. Preferentemente, la porción intermedia redondeada está curvada entre 10° y 70°.

Breve descripción de los dibujos

35 Se puede obtener una comprensión adicional de la invención a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferentes cuando sea leída junto con los dibujos, en los que:

La Figura 1 es un esquema simplificado de un sistema de reactor nuclear al que puede aplicarse la presente invención;
 la Figura 2 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de una vasija del reactor nuclear y componentes internos a los que puede aplicarse la presente invención;
 40 la Figura 3 es una vista en alzado, parcialmente en sección, de un conjunto de combustible ilustrado en forma verticalmente acortada, con partes recortadas en aras de la claridad;
 la Figura 4 es una vista en perspectiva de una tobera del conjunto de combustible de la técnica anterior que muestra cuatro conjuntos de muelle de láminas flexibles en voladizo soportados desde esquinas diametralmente opuestas;
 45 la Figura 5 es una vista esquemática de la tobera superior del conjunto de combustible recortada para mostrar el soporte del conjunto de muelle de láminas flexibles en voladizo de la presente invención;
 la Figura 6 es una vista en perspectiva del conjunto de muelle de la presente invención ilustrado en la Figura 5, capturada en una sección de la tobera superior;
 la Figura 7 es una representación gráfica de la distribución de deformaciones del diseño del muelle de láminas flexibles de la técnica anterior; y
 50 la Figura 8 es una representación gráfica de la distribución de deformaciones del diseño del muelle de láminas flexibles de la presente invención.

Descripción de la realización preferente

55 Según se ha indicado anteriormente, los conjuntos 56 de muelle de retención mostrados en la Figura 3 son miembros estructurales importantes para un conjunto de combustible nuclear. Se montan conjuntamente varias láminas flexibles para formar un conjunto de muelle para proporcionar la fuerza necesaria de retención al conjunto de combustible para contrarrestar las fuerzas de elevación debidas al flujo hidráulico y para permitir una expansión del conjunto de combustible debido a la dilatación térmica diferencial y a la dosis de irradiación durante una operación normal de la central.

Los muelles convencionales 56 de retención están montados en las toberas superiores 62 de combustible y están retenidos por medio de un pasador 60 ubicado en esquinas diametralmente opuestas de la placa superior 20, según se muestra en la Figura 3. Normalmente, la tobera superior 62 soporta cuatro conjuntos 56 de muelle, según se ilustra en la Figura 4. Cada conjunto de muelle tiene un muelle primario 84 y al menos un muelle secundario 86, mostrándose dos muelles secundarios en la Figura 3 y mostrándose tres en la Figura 4. Según la técnica anterior, las láminas flexibles 84 y 86 del muelle tienen una base horizontal plana 88 que está fijada contra la placa superior 20 de la tobera superior 62 por medio de un pasador 60. Entonces, las láminas flexibles se curvan hacia arriba desde la tobera superior 20, teniendo el miembro 84 de muelle primario un primer tramo plano 90 que se extiende con un ángulo agudo, superior a 0°, con la placa superior 20 hasta una porción arqueada 92 de transición en el otro extremo del primer tramo 90. Una segunda porción 94 de tramo recto se extiende desde la porción 92 de transición hacia el bastidor de la tobera superior 62 con un ángulo agudo incluido con el primer tramo 90. Las láminas flexibles secundarias 86 del muelle de la presente realización de la técnica anterior tienen una sección plana corta que se corresponde con la base plana 88 del muelle primario y luego se curvan hacia arriba debajo del muelle primario, extendiéndose en una porción recta debajo del muelle primario y terminando adyacentes a la porción 92 de transición en un segundo extremo, interactuando los segundos extremos de las láminas flexibles secundarias 86 con la porción 92 de transición del muelle primario 84 para resistir un movimiento descendente de la porción 92 de transición según se desvía el muelle primario 84 descendentemente en voladizo. El segundo tramo 94 del muelle primario se extiende a través de una abertura en las láminas flexibles secundarias 86 del muelle hasta el bastidor 62 de la tobera superior en la que interactúa con un tope que no se muestra.

Los conjuntos 22 de combustible están instalados verticalmente en el núcleo 14 del reactor y se elevan verticalmente sobre la placa inferior 60 del núcleo (36). Como puede apreciarse en la Figura 2, después de que se colocan en su lugar los conjuntos de combustible, se instala la estructura superior 26 de soporte. Entonces, la placa superior 40 del núcleo se apoya en los muelles 56 de retención sobre la tobera superior 62 de cada conjunto 22 de combustible para mantener los conjuntos de combustible en su lugar. Los muelles están fabricados, generalmente, de una aleación 718 de níquel-cromo-hierro. El pasador 60 de retención, que mantiene el conjunto de muelle en su lugar, puede ser bien roscado en la tobera superior o soldado para evitar su aflojamiento mientras se encuentra en servicio.

La mejora de la presente invención se ilustra en la Figura 5. Se utilizan números de referencia similares para componentes correspondientes del muelle 56 y de la tobera superior 62, aunque se debería apreciar que el diseño de los componentes individuales se desviará de los componentes correspondientes de la técnica anterior ilustrados en las Figuras 3 y 4, según se describe de aquí en adelante. Según la presente invención, la base 88 del muelle de cada lámina flexible, es decir, los miembros del muelle primario y los miembros del muelle secundario están formados a partir de una sección corta de viga plana recta seguida de una viga plana recta larga 90 cuyo grosor está ahusado, extendiéndose en una dirección a lo largo de las láminas flexibles alejándose de la base 88. Por lo tanto, las vigas 88 y 90 forman un tramo plano continuo. Además del muelle primario superior 84, hay una ligera curvatura 96 en la porción extrema de las vigas secundarias rectas 86. Dado que el conjunto 56 de muelle es un sistema estructural en voladizo, el momento de flexión y el alargamiento máximos se producen en el extremo 98 de soporte. Por la carga de flexión de una viga recta, las magnitudes absolutas de deformación o de los esfuerzos sobre las fibras internas y externas son iguales. Sin embargo, en cuanto a la base curvada de un diseño convencional de muelle, las magnitudes absolutas de deformación o de los esfuerzos sobre las fibras internas y externas no son iguales debido a un efecto de curvatura que puede apreciarse en la representación gráfica de la distribución de deformaciones para el diseño de muelle de láminas flexibles de la técnica anterior, mostrada en la Figura 7, y de la distribución de deformaciones para el diseño del muelle de láminas flexibles de la presente invención, ilustrada en la Figura 8. Este análisis parte de la premisa de una desviación elástica-plástica hasta la condición de operación. Basándose en el mismo análisis de cargas, la máxima deformación absoluta para el diseño de muelle terminal recto (plano) está distribuida por igual sobre las fibras internas y externas. Las máximas deformaciones son 0,014247 y 0,010104, respectivamente, para la base curvada de la técnica anterior y para el diseño de base recta de la presente invención. Esto significa que se reduce la deformación máxima aproximadamente un 29% para el diseño de base recta.

La Figura 6 proporciona otra vista del diseño de muelle ilustrado en la Figura 5 tomada desde otro ángulo. Las secciones 88 y 90 mostradas en las Figuras 5 y 6 proporcionan un conjunto de muelle de láminas flexibles de viga plana recta que se extiende desde una ranura inclinada 100 en la tobera superior. Las vigas rectas se extienden hasta la porción 92 de transición en la lámina flexible primaria del muelle y las secciones ligeramente curvadas 96 en el segundo extremo de las láminas flexibles secundarias del muelle. La ranura inclinada 100 se extiende con un ángulo agudo, superior a 0°, con respecto a un plano ortogonal con respecto al eje longitudinal del conjunto de combustible. Las curvaturas 96 están redondeadas entre 10° y 70°. De forma similar, el borde inferior 102 de la ranura 100 está redondeado similarmente entre 10° y 70°. En otros aspectos, la tobera superior 62 es similar a la mostrada en la Figura 4.

Aunque se han descrito en detalle realizaciones específicas de la invención, los expertos en la técnica apreciarán que se podrían desarrollar diversas modificaciones y alternativas a esos detalles en vista de las enseñanzas generales de la divulgación. En consecuencia, se pretende que las realizaciones particulares divulgadas sean únicamente ilustrativas y no limitantes en cuanto al alcance de la invención, que está dado por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto (22) de combustible nuclear que tiene un accesorio terminal superior (62) y un accesorio terminal inferior (58) conectados entre sí mediante un conjunto estructural que tiene una dimensión axial que se extiende desde el accesorio terminal inferior hasta el accesorio terminal superior, teniendo el accesorio terminal superior un conjunto (56) de muelle que se prolonga por encima de una superficie superior del accesorio terminal superior, comprendiendo el conjunto de muelle:
- un miembro (84) de muelle primario que se extiende por encima del accesorio terminal superior (62), que incluye una primera porción (90) de tramo recto que se extiende desde un punto de fijación próximo a un extremo del miembro de muelle primario con el extremo (88) fijado a un bastidor del accesorio terminal superior con un ángulo agudo con respecto a un plano ortogonal a la dimensión axial, siendo el ángulo agudo superior a cero grados, una porción arqueada (92) de transición en el otro extremo del primer tramo, y una segunda porción (94) de tramo recto que se extiende desde la porción de transición hacia el bastidor con un ángulo agudo incluido con el primer tramo, estando orientado el miembro de muelle primario en el accesorio terminal superior de forma que la porción de transición se encuentre en la elevación vertical más alta, por lo que el movimiento mutuo de acercamiento del accesorio terminal y de una placa superior (40) de un reactor (10) en los está diseñado para operar el conjunto (22) de combustible nuclear, carga fundamentalmente la porción de transición y desvía la primera porción de tramo en torno a la fijación al bastidor del accesorio terminal superior; al menos un muelle secundario (86) que tiene unos extremos primero y segundo, estando fijado el primer extremo al accesorio terminal superior (62) adyacente al primer extremo (88) del primer tramo (90) del muelle primario, y terminando el segundo extremo adyacente a la porción (92) de transición, y medios en el segundo extremo del muelle secundario para interactuar con la porción de transición para resistir un movimiento descendente de la porción de transición cuando el miembro (84) de muelle primario se desvía en voladizo;
- en el que el extremo del muelle primario que está fijado al bastidor del accesorio terminal superior está sujeto en una primera porción de una superficie en el bastidor que se extiende sustancialmente con un ángulo agudo, estando redondeada la periferia de la primera porción de la superficie del bastidor debajo del muelle primario para pasar hasta una segunda porción de la superficie del bastidor debajo del muelle primario que se extiende sustancialmente paralela al plano ortogonal con respecto a la dimensión axial;
- caracterizado porque** dicho al menos un muelle secundario tiene la forma de una viga plana recta que se extiende desde dicho primer extremo hasta una porción intermedia cerca de dicho segundo extremo, estando redondeada la viga plana en la dirección del bastidor.
2. El conjunto (22) de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el que el extremo (88) del muelle primario (84) que está fijado al bastidor del accesorio terminal superior (62) está soportado en una ranura (102) en el bastidor que se extiende sustancialmente con un ángulo agudo.
3. El conjunto (22) de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el que la porción intermedia redondeada está curvada entre 10° y 70°.
4. El conjunto (22) de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el que el extremo (88) de la primera porción (90) de tramo recto del miembro (84) de muelle primario está fijado al bastidor (20) del accesorio terminal superior (62) por medio de un pasador o tornillo (60) de retención.
5. El conjunto de combustible nuclear de la Reivindicación 1, en el que la periferia de la primera porción de la superficie del bastidor debajo del muelle primario que está redondeada está curvada entre 10° y 70°.

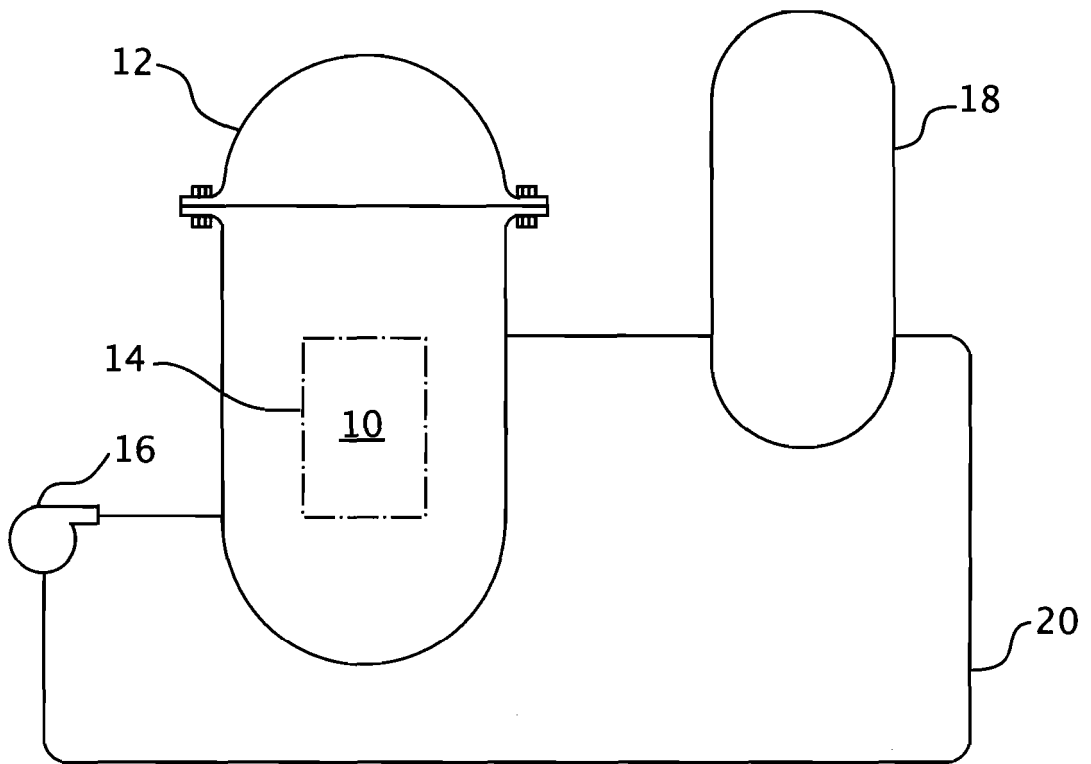


FIG. 1 Técnica anterior

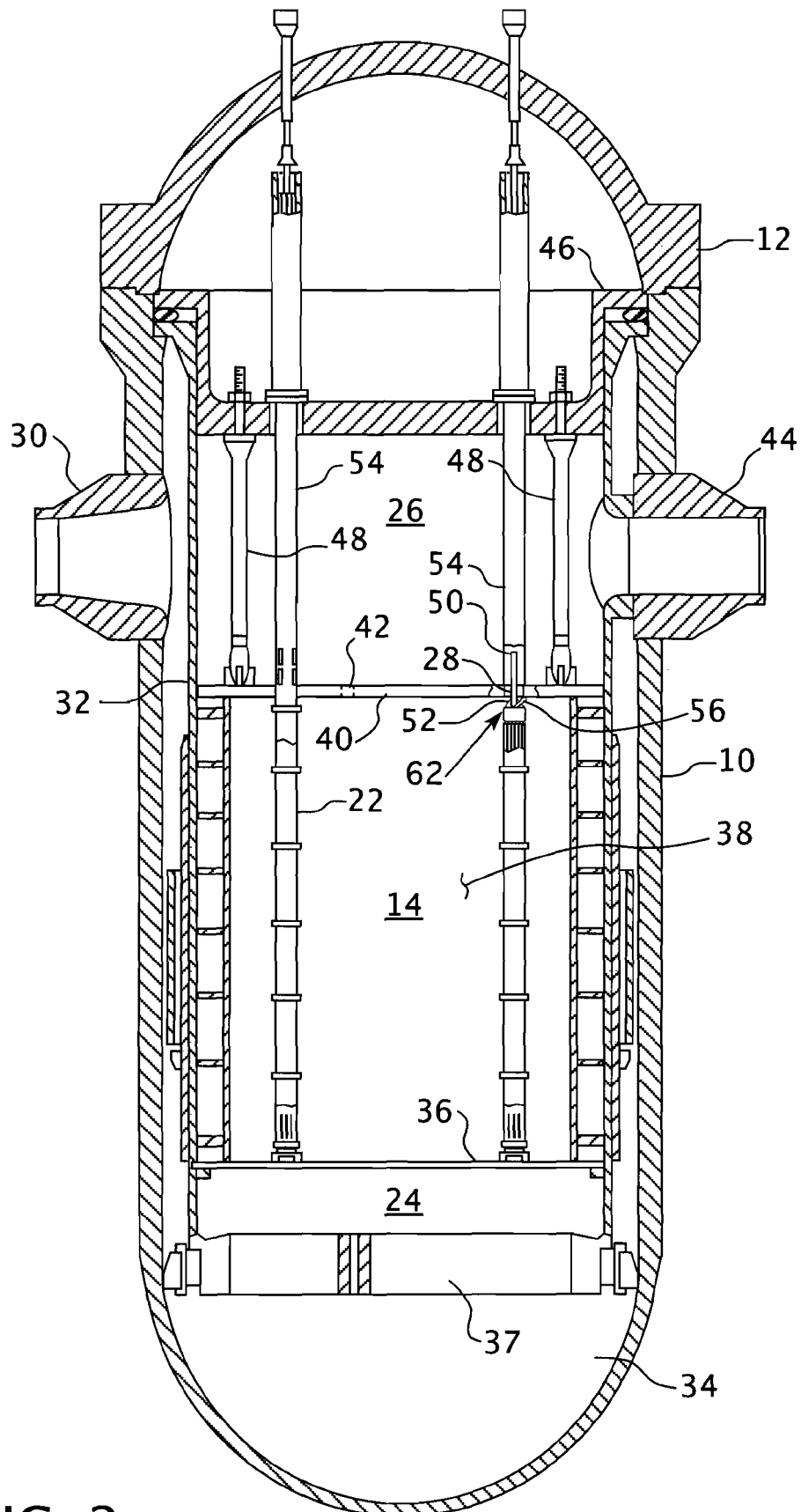


FIG. 2 Técnica anterior

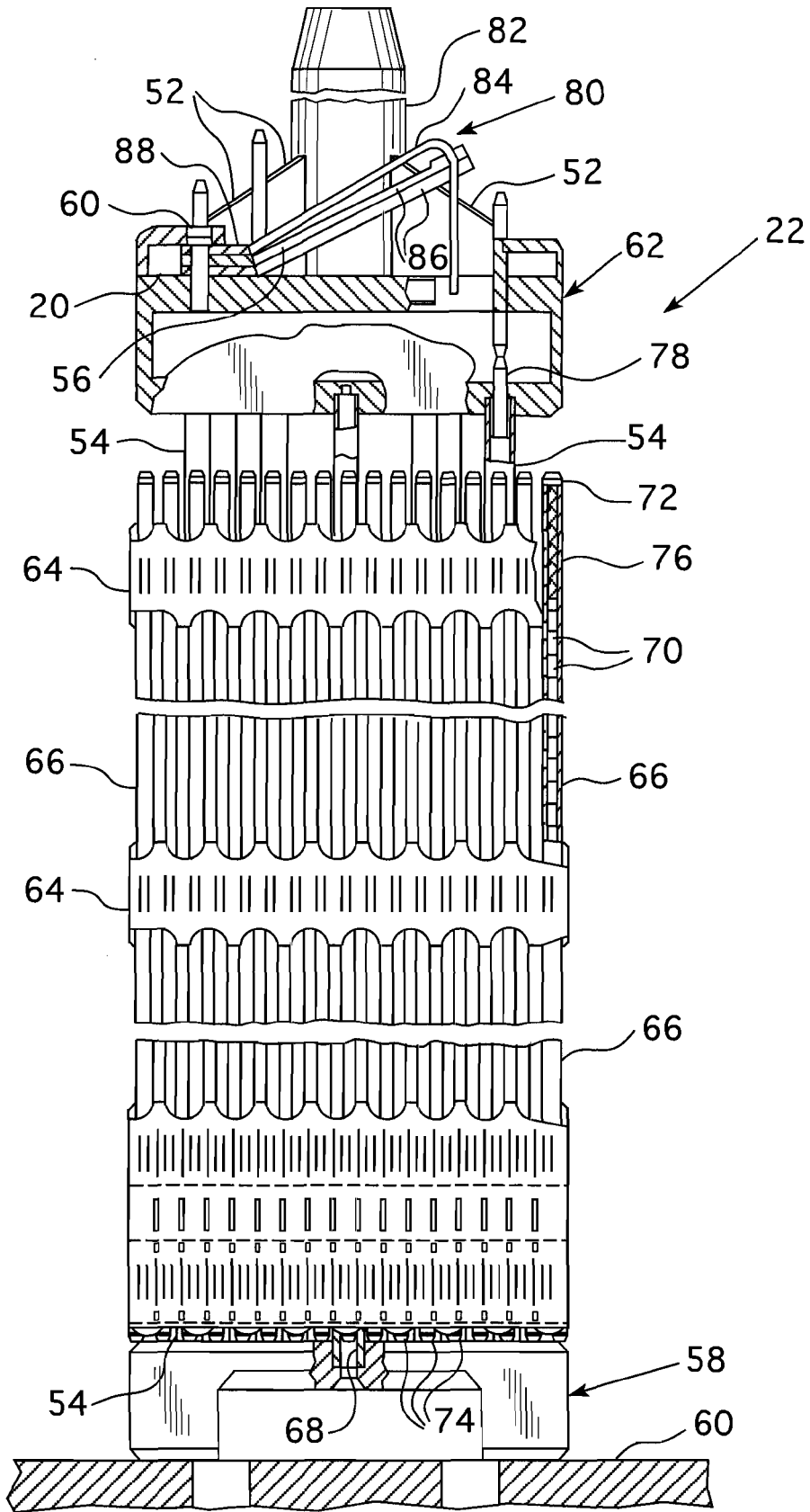


FIG. 3 Técnica anterior

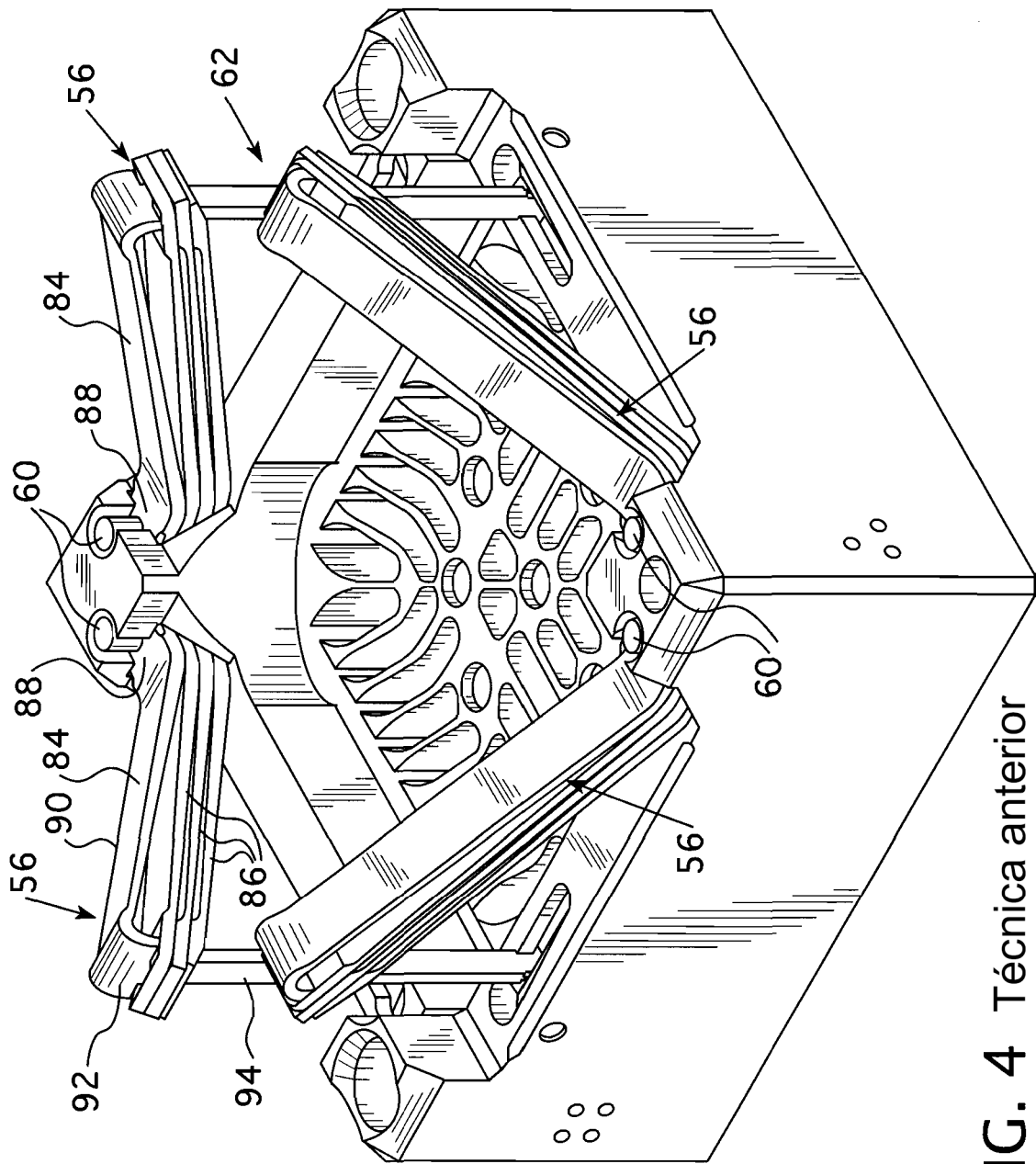


FIG. 4 Técnica anterior

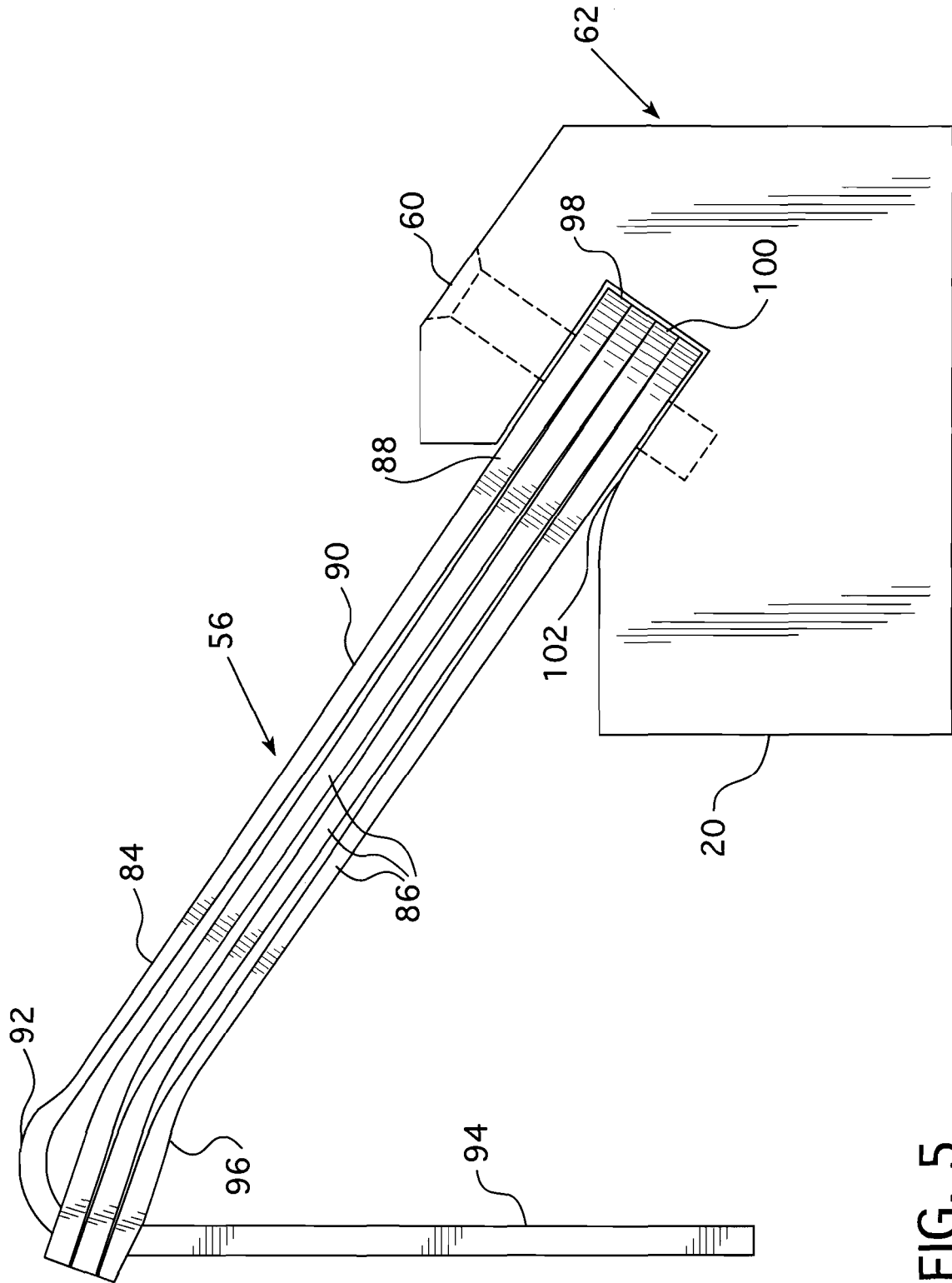


FIG. 5

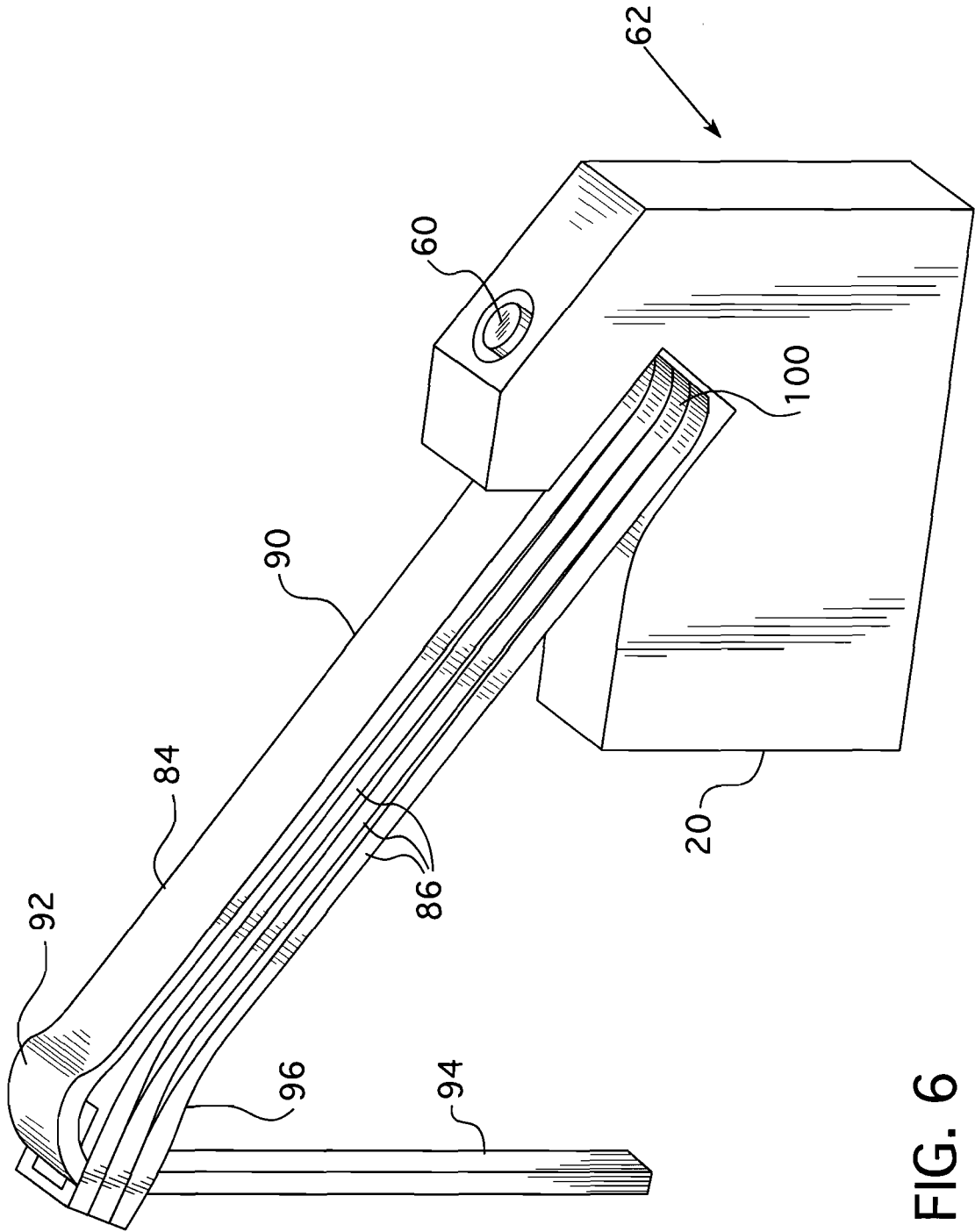


FIG. 6

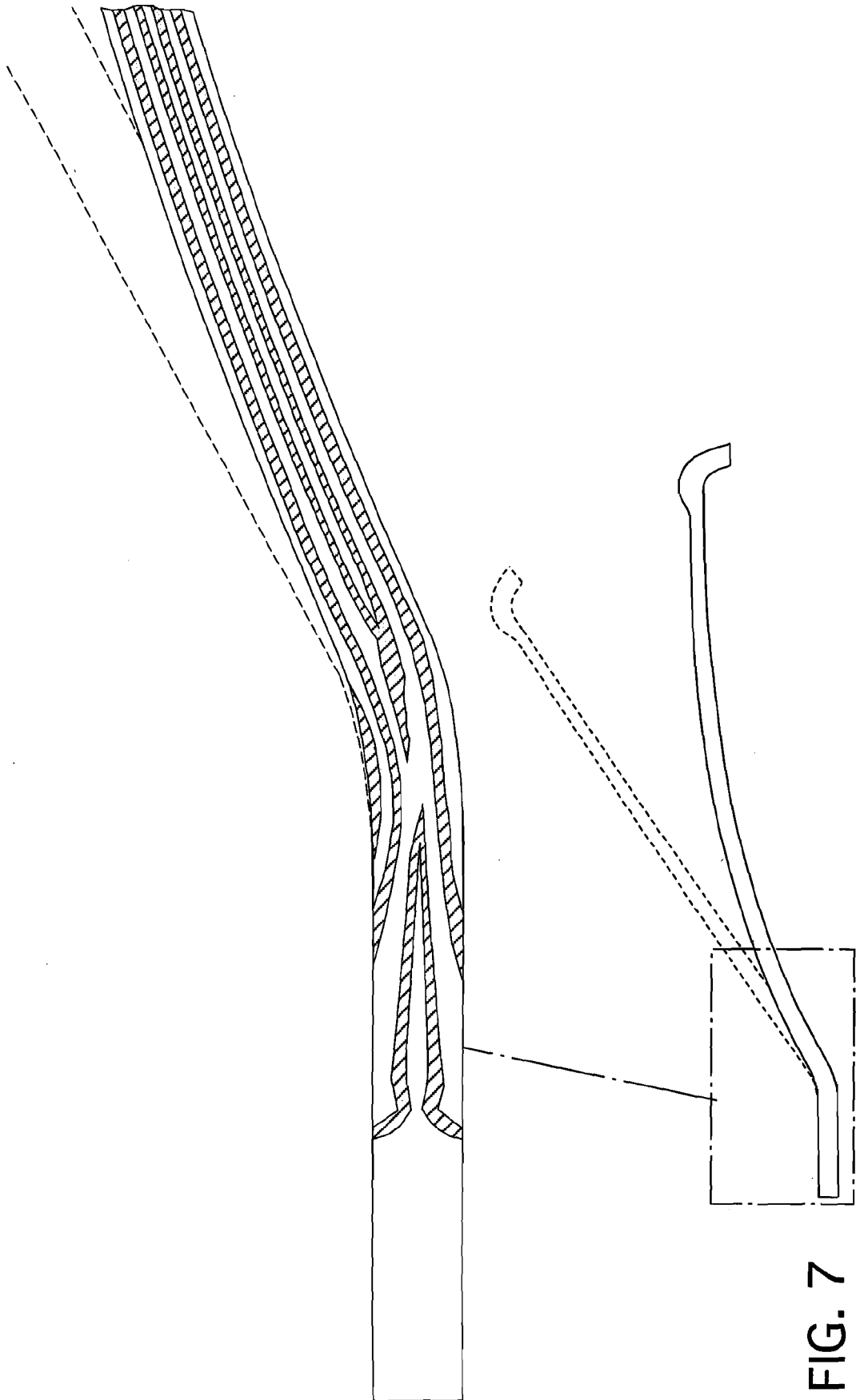


FIG. 7

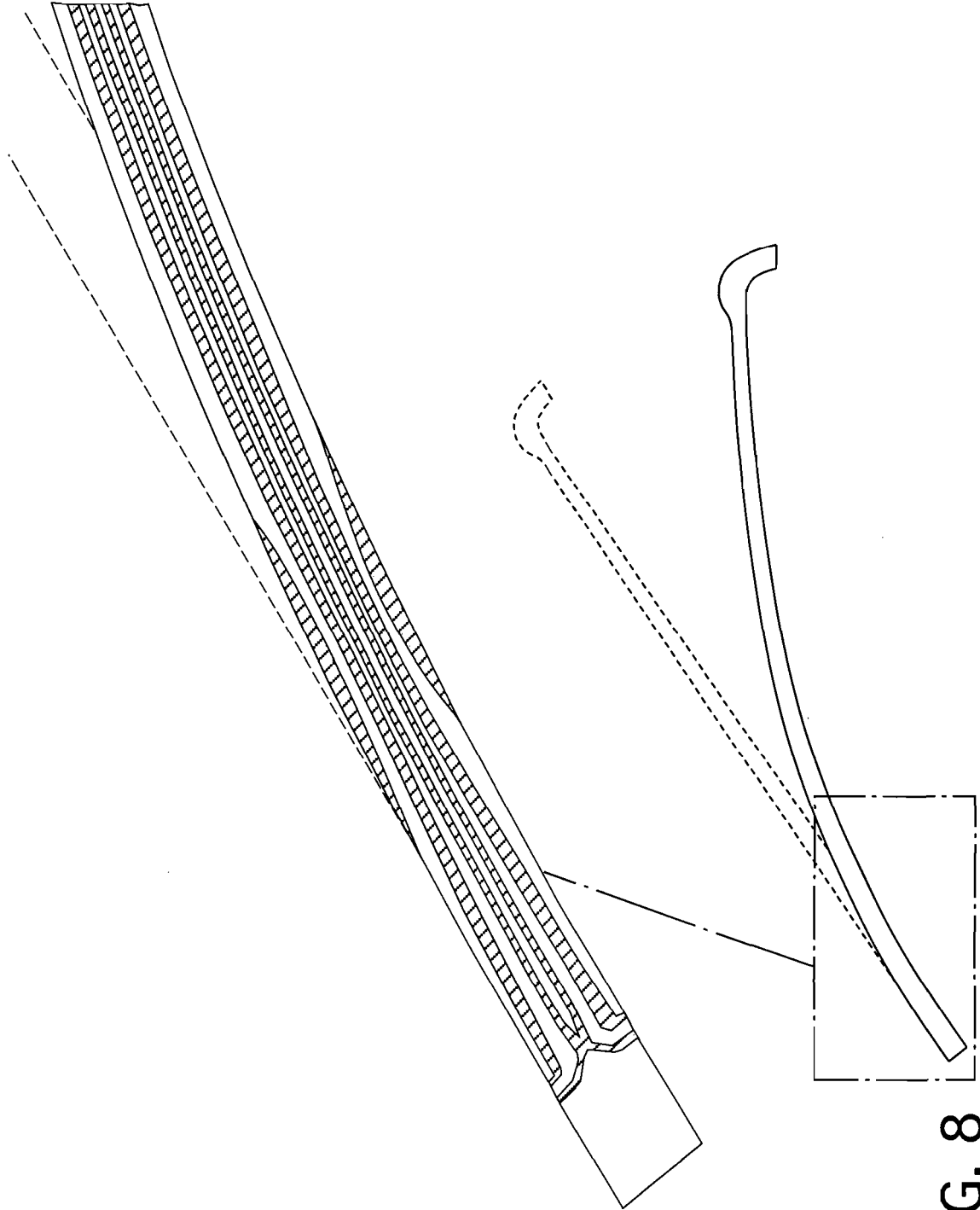


FIG. 8