(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 628 581**

(51) Int. CI.:

G21C 3/34 (2006.01)
G21C 7/10 (2006.01)
B22F 7/00 (2006.01)
B32B 15/04 (2006.01)
C04B 37/00 (2006.01)
C22C 1/05 (2006.01)
C23C 12/00 (2006.01)
C23C 24/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.02.2011 PCT/SE2011/050203**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **09.09.2011 WO11108974**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2011 E 11716087 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2543043**

(54) Título: **Componente de reactor**

(30) Prioridad:

01.03.2010 SE 1050188

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.08.2017

(73) Titular/es:

WESTINGHOUSE ELECTRIC SWEDEN AB (100.0%)
721 63 Västerås, SE

(72) Inventor/es:

HALLSTADIUS, LARS;
BACKMAN, KARIN;
REBENSDORFF, BJÖRN y
WIDEGREN, HANS

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

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

Componente de reactor

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un componente de reactor de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, véase el documento US-3.249.509.

Técnica anterior

Los componentes de reactor para reactores de fisión son componentes que se encuentran situados en un ambiente que está influenciado por el proceso de fisión o en las proximidades del proceso de fisión. Tales componentes de reactor pueden tener diversas funciones tales como material estructurales en elementos de combustible nuclear, componentes para controlar el proceso de fisión, componentes para la medición de diferentes parámetros en el reactor, etc. Los componentes de reactor a menudo están en contacto con un entorno exterior, tal como el entorno reactivo en un reactor de fisión. El entorno exterior puede comprender sustancias químicamente agresivas a altas temperaturas y presión. El entorno exterior alrededor de los componentes de reactor puede consistir, por ejemplo, en un moderador y un medio de enfriamiento, que comprende agua ligera en reactores de agua a presión y de agua en ebullición.

Las sustancias agresivas en el ambiente exterior pueden reaccionar con los componentes de reactor, por ejemplo por diferentes tipos de influencia de corrosión, y por lo tanto la función de los componentes se puede deteriorar o cesar por completo. Un ejemplo de la influencia de la corrosión es la llamada corrosión de sombra, que puede dar lugar a una corrosión local aumentada en los componentes de reactor que están situados en la proximidad de un proceso de fisión. La corrosión de sombra puede dar lugar a un grosor de óxido localmente alto sobre los componentes de reactor, lo que puede dar lugar a que la función del componente de reactor se deteriore o se detenga por completo. Los componentes de reactor también pueden ser influenciados por diferentes formas de procesos de abrasión o de desgaste en combinación con corrosión u otra interacción. También se pueden producir en los componentes de reactor diferentes formas de procesos de eliminación de material, tales como la abrasión que elimina material, el desgaste y la corrosión por erosión. La abrasión se puede producir, por ejemplo, por el contacto entre los componentes cercanos o debido al contacto entre el componente de reactor y una corriente de material del entorno exterior, tal como el medio de refrigeración que fluye a través del reactor. En el último caso, el material puede ser retirado del componente de reactor cuando el medio del entorno exterior con alta velocidad choque contra el componente de reactor y elimine material de la superficie del componente. Cuando uno o más componentes de reactor han sido afectados por abrasión, corrosión u otra influencia, puede ser necesario detener el reactor para retirar los componentes de reactor que fallan. Una parada operativa da lugar a grandes costes en forma de pérdida de producción y costes para la reparación o el intercambio de los componentes de reactor que fallan.

Los componentes de reactor por su operación en el reactor pueden ser activados y convertirse en radiactivos. El entorno exterior en el reactor alrededor de los componentes de reactor puede ser contaminado por los componentes de reactor y por el entorno exterior, reaccionando unos con los otros o por medio de diversas formas de procesos de eliminación del material. Una contaminación del exterior con material procedente de los componentes de reactor da como resultado una dispersión de sustancias radiactivas en el reactor. La retirada de material de los componentes de reactor también puede dar lugar a que se desgasten piezas de los componentes de reactor. Estas piezas se pueden desplazar en el sistema de refrigeración y producir abrasión sobre otros componentes de reactor, por ejemplo los tubos de revestimiento en un elemento de combustible, lo que puede dar lugar a que la función de los componentes de reactor se deteriore o cese. En el ejemplo con abrasión sobre las barras de combustible en un elemento de combustible, esto puede dar lugar a los llamados fallos de combustible, en los que el material fisionable entra en contacto con el exterior y contamina el entorno exterior. Una contaminación del entorno exterior da lugar a que el personal de mantenimiento en el reactor esté expuesto a dosis de radiación incrementadas en los trabajos de mantenimiento. También puede ser requerido que el reactor se pare y que se intercambien los componentes de reactor que fallan.

El grosor del material de los componentes de reactor está dimensionado con ciertos márgenes de seguridad contra la aparición de diferentes tipos de interacción, por ejemplo, por corrosión y abrasión. Es deseable reducir el grosor del material de los componentes de reactor por medio de diferentes tipos de mejoras. Una razón para disminuir el grosor del material de un componente es que los componentes de reactor usados debido a su reactividad necesitan un tratamiento especial de almacenamiento hasta que su reactividad ha disminuido a ciertos niveles. Este tipo de tratamiento o almacenamiento es costoso, por lo que es deseable una reducción de la cantidad de material de los componentes de reactor. La función de ciertos componentes de reactor se mejora cuando el grosor sus materiales disminuye. Un ejemplo de un componente de reactor cuya función es mejorada por un grosor de material reducido son los llamados separadores que funcionan para separar las barras de combustible en un elemento de combustible y para crear turbulencias en el flujo del medio de enfriamiento para transferir calor desde las barras de combustible al medio refrigerante. Al reducir el grosor del material de los separadores, se reduce la pérdida de presión en el

elemento de combustible producida por los separadores. De este modo, por ejemplo, se puede aumentar el número de separadores en un elemento de combustible con una capacidad mejorada de transferencia de calor al medio de enfriamiento y, al mismo tiempo, se mantiene la pérdida de presión total sobre el elemento de combustible.

Una técnica para tratar combustible nuclear quemado para su almacenamiento posterior se describe en el documento EP - 1249844. En el documento, el combustible nuclear quemado es tratado con un polvo de aluminio y boro que se presiona por medio de Prensado Isostático en Frío (CIP) y a continuación se sinterizan juntos por medio de sinterización por plasma.

El documento WO 97/50091 revela un separador de un material cerámico para un elemento de combustible. El separador cerámico se fabrica por medio del procedimiento de sinterización tradicional. Un problema cuando se utilizan materiales cerámicos como materiales estructurales es asegurar las propiedades mecánicas del material, tales como resistencia, resistencia a la fatiga, etc. En la fabricación tradicional de componentes cerámicos se introducen diferentes tipos de defectos en el material, lo que tiene una implicación negativa sobre las propiedades mecánicas. El documento no revela ningún gradiente de material entre dos materiales diferentes.

El documento WO 94/14164 revela un revestimiento resistente a la abrasión sobre un elemento de combustible y una barra de control. El revestimiento comprende un material cerámico mezclado en una matriz de vidrio, en el que la matriz de vidrio forma la unión al material metalizado situado debajo. El revestimiento es aplicado sobre el material metalizado por medio de un procedimiento de pulverización. El documento no revela ningún gradiente de material entre dos materiales diferentes.

Sumario de la invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un componente de reactor con propiedades mejoradas.

Este objeto se logra con el componente que se ha definido inicialmente que comprende las características que están definidas en la porción caracterizadora de la reivindicación 1.

El componente de reactor alcanza el objeto que se ha mencionado más arriba por medio de la capa intermedia entre el núcleo y la capa. La capa intermedia comprende o consiste en una mezcla del primer material y del segundo material.

El componente de reactor se refiere a un componente que está adaptado para ser utilizado en reactores de fisión. El componente de reactor comprende un núcleo y una capa que encierra al menos parcialmente el núcleo. El núcleo del componente consiste en el primer material y la capa del componente consiste en el segundo material.

De acuerdo con la invención, la capa del componente de reactor consta de al menos una sustancia seleccionada del grupo compuesto por Ti, Zr, Al, Fe, Cr, Ni, SiC, SiN, ZrO_2, Al_2O_3, mezcla de los mismos y el resto posible. Las sustancias de este grupo poseen propiedades que son adecuadas para la capa del componente de reactor.

La capa intermedia es una capa entre el núcleo y la capa que proporciona una transición de las propiedades desde el primer material al segundo material. La capa intermedia comprende una transición escalonada o gradual de la concentración del primer y del segundo material. La capa intermedia tiene un gradiente de material, lo que significa que la concentración del primer material y del segundo material en la capa intermedia son mayores que cero. El gradiente de material comprende un cambio de concentración en comparación con el núcleo y en comparación con la capa. El gradiente de material puede comprender una mezcla homogénea del primer material y del segundo material. El gradiente de material puede comprender también un cambio dentro de la capa intermedia de la proporción entre la concentración del primer y el segundo material. De este modo, el gradiente de material se puede ajustar en función de las propiedades del material, por ejemplo con respecto a la dilatación por la temperatura, del primer y del segundo material con el fin de obtener buenas propiedades de material del componente de reactor. Por medio del gradiente de material se forma una transición entre el primer material en el núcleo y el segundo material en la capa, lo cual proporciona una fuerte adhesión entre la capa y el núcleo. El gradiente de material en la capa intermedia da lugar a una reducción de las tensiones interiores en el componente producidas por las diferencias térmicas y elásticas entre el primer material y el segundo material. De este modo, surge una adhesión mejorada de la capa al núcleo, que proporciona una funcionalidad mejorada al componente.

De acuerdo con una realización de la invención, el gradiente de material comprende una disminución sucesiva de la concentración del primer material desde el núcleo hasta la capa y un aumento sucesivo de la concentración del segundo material desde el núcleo hasta la capa. De este modo, el gradiente de material está dispuesto para proporcionar una transición gradual de las propiedades del primer material al segundo material, y viceversa.

De acuerdo con una realización de la invención, el componente de reactor se fabrica por medio de sinterización, que proporciona al componente una buena sinterización del primer material junto con el segundo material. El procedimiento de sinterización puede comprender o estar combinado con una presión y / o una temperatura elevada aplicadas. El procedimiento de sinterización asegura que varias propiedades del material, tales como el tamaño del grano

y la porosidad, del componente sinterizado se pueden controlar dentro de un intervalo amplio. El procedimiento de sinterización puede comprender las etapas de: alimentar el primer material y el segundo material a un espacio de una herramienta de tal manera que el segundo material encierre al menos parcialmente al primer material y sinterizar juntos el primer material y el segundo material con el componente de absorción de neutrones de manera que se forme la capa intermedia entre el núcleo y la capa. En la alimentación del primer material y del segundo material se forma una zona intermedia entre una parte interior del espacio y una parte exterior del espacio. La zona intermedia comprende una disminución de la concentración del primer material desde la parte interior del espacio hasta la parte exterior de un espacio y el aumento de la concentración del segundo material desde la parte interior de un espacio hasta la parte exterior de un espacio . Además, el espacio se puede hacer vibrar de tal manera que el primer material y el segundo material se llevan juntos y forman la zona intermedia. El primer material que se alimenta puede ser en forma de polvo. También el segundo material que se alimenta puede ser en forma de polvo.

Además, el espacio puede estar dividido por un miembro de separación interior, que comprende la parte interior y un elemento de separación exterior que comprende la parte exterior, en la que se forma una parte intermedia entre el elemento de separación exterior y el miembro de separación interior. Los elementos de separación se pueden configurar, por ejemplo, como tubos dependiendo de la forma de los componentes que se van a fabricar. La parte intermedia se alimenta con una mezcla del primer material y del segundo material para formar la zona intermedia. La parte intermedia también se puede dividir en divisiones de al menos un miembro intermedio, en el que las divisiones son alimentadas con una mezcla de diferentes proporciones entre la concentración del primer material y el segundo material.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa está dispuesta para proteger el núcleo, por ejemplo de un entorno exterior. De esta manera, el núcleo del componente de reactor está protegido contra la interacción, tal como la producida por diferentes tipos de corrosión y abrasión. La interacción puede comprender una reacción entre el componente de reactor y un entorno exterior, tal como la corrosión del componente de reactor o la eliminación del material sobre el componente de reactor. La interacción también puede comprender la abrasión entre componentes de reactor adyacentes. Por medio de la protección proporcionada por la capa al núcleo del componente de reactor, se puede asegurar la funcionalidad del componente de reactor, en el que se mejora la fiabilidad de funcionamiento de un componente de reactor. De la misma manera, la capa protege a los componentes circundantes de ser afectados por el componente de reactor, tal como la interacción por la corrosión de sombra. De este modo, se puede evitar la parada operativa de reactor debido a componentes de reactor que fallan. Gracias a la función protectora de la capa al núcleo del componente de reactor, también se evita la abrasión de piezas del núcleo del componente de reactor. Estas piezas pueden crear daños en otros componentes de reactor, por ejemplo, en forma de fallos de combustible en los elementos de combustible. Puesto que el componente de reactor está protegido por la capa, se evita también la eliminación del material del componente de reactor que comprende sustancias radioactivas. De este modo, se puede evitar la dispersión de sustancias radioactivas en el entorno exterior. Al evitar que el entorno exterior se contamine, se reduce la exposición del personal de mantenimiento a las dosis de radiación en los trabajos de mantenimiento en el reactor. La función protectora de una capa también se puede usar para reducir el grosor del material del componente de reactor. De esta manera, se pueden reducir los costes de tratamiento de residuos de los componentes de reactor usados. Para ciertos componentes de reactor, tales como separadores en elementos de combustible, una reducción del grosor del material de los componentes de reactor proporciona un rendimiento mejorado. Este rendimiento mejorado se puede utilizar, por ejemplo, con el fin de incrementar la eficiencia de reactor.

El entorno exterior está compuesto por el entorno alrededor de los componentes de reactor, que comprende principalmente un medio de moderación y un medio de enfriamiento. En la operación de reactor, el entorno exterior forma un entorno reactivo que en contacto puede reaccionar con el componente de reactor.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa es esencialmente resistente a la corrosión en un entorno de un reactor de fisión. Esencialmente resistente a la corrosión significa que la capa es químicamente inerte o esencialmente químicamente inerte y que por lo tanto su efecto protector se mantiene cuando se expone al ambiente exterior en un reactor de fisión. Debido a la resistencia a la corrosión de la capa, el núcleo del componente de reactor está protegido de la interacción con el entorno exterior. De este modo, se garantiza la integridad y la función del componente de reactor.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa está dispuesta para aislar eléctricamente al menos parcialmente el núcleo con respecto a un entorno exterior. El aislamiento eléctrico significa que la capa resiste la conducción de una corriente eléctrica. Puesto que la capa aísla al menos parcialmente eléctricamente al núcleo, se evitan diversos tipos de influencia de la corrosión, tales como la corrosión de sombra, sobre los componentes de reactor o la influencia de la corrosión entre diferentes componentes de reactor.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa tiene una mayor resistencia a la abrasión que el núcleo del componente de reactor. De este modo, la capa protege el núcleo del componente de reactor de diferentes formas de abrasión, tales como abrasión mecánica entre componentes de reactor adyacentes, corrosión por erosión, etc. De este modo, se garantiza la integridad y la función del componente de reactor.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa de un componente de reactor comprende al menos un material metálico y un material cerámico. Ciertos materiales de estos grupos poseen propiedades que son especialmente adecuadas en los entornos de un reactor. Por ejemplo, cierto material cerámico, tal como el SiC, tiene una alta resistencia a la corrosión, una alta dureza y es resistente al calor. Por ejemplo, ciertos materiales metálicos, tales como el Zr, tienen una alta resistencia a la corrosión y buenas propiedades mecánicas.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa encierra completamente al núcleo. De este modo, el núcleo está completamente protegido y separado del entorno exterior.

De acuerdo con una realización de la invención, el componente de reactor comprende al menos una parte de un separador para un elemento de combustible. De este modo, el separador se puede montar a partir de uno o más componentes de reactor en diferentes configuraciones. Por lo tanto, el separador está adaptado para su uso en diferentes tipos de reactores. Debido a la capa, el separador está protegido contra diferentes formas de interacción, tales como la corrosión de sombra, abrasión, fricción, corrosión por erosión, etc.

La función de un separador es separar las barras de combustible en un elemento de combustible y crear turbulencias en el flujo del medio refrigerante para transferir calor desde las barras de combustible al medio refrigerante. El separador comprende una rejilla de celdas separadoras, que están adaptadas para recibir barras de combustible. La red o el separador pueden estar construidos, por ejemplo, por paredes separadoras longitudinales y transversales de manguitos unidos o por otros diseños. El componente de reactor puede comprender, por ejemplo, una pared separadora que, junto con una pluralidad de paredes separadoras, se montan en un separador. De la misma manera, el componente de reactor puede comprender un manguito separador que, junto con una pluralidad de manguitos separadores, está montado en un elemento separador. También se pueden combinar otras disposiciones del componente de reactor de manera que individualmente o conjuntamente formen un separador.

De acuerdo con una realización de la invención, el separador está dispuesto para ser utilizado en un reactor de fisión de agua ligera de un reactor de tipo de agua en ebullición.

De acuerdo con una realización de la invención, el componente de reactor constituye al menos una parte de una punta de una barra de control adaptada para ser insertada en o adyacente a un elemento de combustible. Por medio de la capa, la punta de la barra de control está protegida contra diferentes formas de interacción, tales como corrosión de sombra, abrasión, desgaste, corrosión por erosión, etc.

La función de una barra de control es controlar la reactividad en un reactor de fisión. La barra de control puede entrar en contacto con o ser influenciada por componentes adyacentes, tales como el tubo de guía en un elemento de combustible para un reactor de agua a presión o el canal de combustible en un elemento de combustible para un reactor de agua en ebullición.

De acuerdo con una realización de la invención, la punta de la barra de control está dispuesta para ser utilizada en un reactor de fisión de agua ligera de un tipo de reactor de agua a presión.

Breve descripción de los dibujos

La invención se explicará a continuación con detalle haciendo referencia a diferentes realizaciones de la invención y con referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 desvela una sección transversal de un componente de reactor de acuerdo con una realización de la invención en una vista desde el lado.

Las figuras 2 a 5 desvelan diagramas con diferentes ejemplos de la concentración de material de una sección transversal de los componentes de reactor.

La figura 6a desvela una vista en perspectiva de un ejemplo de la invención en forma de un separador para un elemento de combustible.

La figura 6b desvela una sección transversal de una pared separadora en un separador.

La figura 7a desvela una vista en perspectiva de un ejemplo de la invención en forma de una punta de una barra de control para un reactor de agua a presión.

La figura 7b desvela una sección transversal de una punta de una barra de control para un reactor de agua a presión.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

La figura 1 desvela un ejemplo de un componente 1 de reactor, en lo que sigue denominado como el componente, de acuerdo con una realización de la invención en una vista en sección transversal vista desde el lado. El compo-

nente 1 de la figura 1 es un cuerpo con un centro en 0 y una superficie en R, a lo largo de un eje x. El componente puede tener una forma arbitraria dada por su función en el reactor. Por ejemplo, la forma del componente 1 puede ser plana, rectangular, cuadrada, esférica, cilíndrica, etc.

El componente 1 está adaptado para ser utilizado en reactores de fisión y comprende un núcleo 2 que consta de un primer material y una capa 3 que consiste en un segundo material. La capa 3 de un componente, en el ejemplo que se muestra en la figura 1, encierra completamente el núcleo 2 y protege el núcleo 2 de un entorno exterior por medio de sus propiedades protectoras, tales como resistencia a la corrosión y aislamiento eléctrico.

El componente 1 se fabrica por sinterización utilizando un procedimiento de sinterización adecuado. Ejemplos de procedimientos de sinterización adecuados que se pueden usar para la invención son la técnica de sinterización clásica, sinterización a presión atmosférica y temperatura elevada, prensado isostático en frío, prensado isostático en caliente, sinterización con chispas de plasma, etc.

La sinterización se realiza de tal manera que se forma una capa intermedia 4 entre el núcleo 2 y la capa 3. La capa intermedia 4 comprende tanto el primer material como el segundo material. La capa intermedia 4 tiene un gradiente de material que comprende una disminución de la concentración del primer material desde el núcleo 2 a la capa 3 y un aumento de la concentración del segundo material desde el núcleo 2 a la capa 3. La capa intermedia 4 forma una transición entre el núcleo 2 y la capa 3, de manera que las propiedades de material del primer material se transfieren a las propiedades del segundo material y viceversa. De este modo se crea una buena adhesión entre el núcleo 2 y la capa 3.

Las figuras 2 a 5 desvelan ejemplos de la concentración de material de una sección transversal de un componente de reactor. El eje x de las figuras es un eje dimensional, en el que 0 indica el centro del componente y R representa la periferia exterior del componente. El eje y de las figuras denota la concentración de material para el componente en porcentaje para el primer material, denominado aquí A y marcado con una línea de trazos, y el segundo material, denominado aquí B y marcado con una línea continua. En las figuras, el núcleo 2, la capa intermedia 4 y la capa 3 están designados a lo largo del eje x de la figura.

La figura 2 desvela un ejemplo de una variación de la concentración de material dentro de un componente de reactor, en el que la capa intermedia 4 entre el núcleo 2 y la capa 3 tiene un gradiente de material que comprende una disminución gradual de la concentración de un primer material desde el núcleo 2 a la capa 3 y un incremento escalonado de la concentración de un segundo material desde el núcleo 2 a la capa 3. En el ejemplo de la figura 2, una disminución de la concentración del primer material desde el núcleo 2 a la capa intermedia 4 se produce de manera escalonada, en el que la concentración del primer material disminuye desde esencialmente el 100% en el núcleo 2 hasta esencialmente el 50% en la capa intermedia 4. La concentración del primer material es constante dentro de la capa intermedia 4. Además, se produce una disminución de la concentración del primer material desde la capa intermedia 4 a la capa 3 escalonadamente desde esencialmente el 50% a esencialmente el 0%. Por el contrario, se produce un aumento de la concentración del segundo material desde el núcleo 2 a la capa intermedia 4 escalonadamente, en el que la concentración del segundo material aumenta desde esencialmente el 0% en el núcleo 2 hasta esencialmente el 50% en la capa intermedia 4. La concentración del segundo material es constante dentro de la capa intermedia 4. Además, un incremento de la concentración del segundo material desde la capa intermedia 4 a la capa 3 se produce escalonadamente desde esencialmente el 50% hasta esencialmente el 100%.

La figura 3 desvela, de la misma manera que la figura 2, un ejemplo de una variación escalonada de la concentración del material dentro del componente de reactor, con la diferencia de que la capa intermedia comprende dos zonas de concentración, una primera zona de concentración 41 y una segunda zona de concentración 42 con diferentes concentraciones del primer material y del segundo material. La concentración del primer material y del segundo material es constante dentro de la primera zona de concentración 41 y de la segunda zona de concentración 42. En el ejemplo de la figura 3, una disminución de la concentración del primer material del núcleo 2 a la capa intermedia 4 se produce escalonadamente, en el que la concentración del primer material disminuye desde esencialmente el 100% en el núcleo 2 hasta esencialmente el 70% en la primera zona de concentración 41 de la capa intermedia 4. Dentro de la capa intermedia 4, se produce una disminución escalonada de la concentración del primer material desde la primera zona de concentración 41 a la segunda zona de concentración 42, desde esencialmente el 70% hasta esencialmente el 30%. Se produce una disminución escalonada de la concentración del primer material desde la segunda zona de concentración 42 de la capa intermedia 4 a la capa 3, desde esencialmente el 30% hasta esencialmente el 0%. Por el contrario, se produce un aumento de la concentración del segundo material desde el núcleo 2 hasta la capa intermedia 4.

La figura 4 desvela un ejemplo de una variación de la concentración del material dentro de un componente de reactor, en el que la capa intermedia 4 entre el núcleo 2 y la capa 3 tiene un gradiente de material que comprende una disminución sucesiva de la concentración del primer material desde el núcleo 2 hasta la capa 3, y un aumento sucesivo de la concentración del segundo material desde el núcleo 2 a la capa 3. Dentro de la capa intermedia 4, desde el núcleo 2 hasta la capa 3, se produce una disminución proporcional constante de la concentración de un primer material, desde esencialmente el 100% a esencialmente el 0%. Por el contrario, se produce un aumento de la con-

centración del segundo material dentro de la capa intermedia 4, desde el núcleo 2 hasta la capa 3, desde esencialmente el 0% hasta esencialmente el 100%.

La figura 5 desvela un ejemplo de una variación de la concentración de material dentro de un componente de reactor, en el que la capa intermedia 4 entre el núcleo 2 y la capa 3 tiene un gradiente de material que comprende una disminución sucesiva de la concentración de un primer material desde el núcleo 2 hasta la capa 3, y un aumento sucesivo de la concentración de un segundo material desde el núcleo 2 a la capa 3. En el ejemplo de la figura 5, se produce sucesivamente una disminución de la concentración del primer material desde el núcleo 2 hasta la capa intermedia 4. Dentro de la capa intermedia 4 se produce una disminución gradual de la concentración del primer material, desde esencialmente el 100% hasta esencialmente el 0%. La transición entre el núcleo 2 y la capa 3 puede ocurrir, por ejemplo, de una manera no lineal. Por el contrario, se produce un aumento de la concentración del segundo material desde el núcleo 2. En el ejemplo mostrado, la capa intermedia 4 constituye la parte principal del componente, mientras que el núcleo 2 y la capa 3 constituyen una parte menor del componente.

La figura 6a desvela una vista en perspectiva de un ejemplo de un componente de reactor en forma de un separador 60 para un elemento de combustible. La función del separador 60 es separar las barras de combustible en un elemento de combustible no mostrado en la figura y crear turbulencias en el flujo del medio refrigerante para transferir calor desde las barras de combustible al medio refrigerante. El separador 60 comprende celdas separadoras 62 para recibir las barras de combustible. El separador 60 está construido por una pluralidad de paredes separadoras 64. La red del separador 60 puede estar construida, por ejemplo, de paredes separadoras longitudinales y transversales 64 de manguitos unidos o por otras construcciones. Una pared separadora 64 puede por sí sola constituir el componente de reactor, que junto con una pluralidad de paredes separadoras 64 se monta para formar un separador 60. De la misma manera, el componente de reactor puede constituir un manguito separador que, junto con una pluralidad de manguitos separadores, está montado formando un separador 60. También pueden combinarse otras disposiciones del componente de reactor de manera que individualmente o conjuntamente constituyan un separador 60.

La figura 6b desvela una sección transversal de una pared separadora 64 en un separador 60. La pared separadora 64 comprende un núcleo 2 de un material metálico, tal como Inconel o Zircaloy, y una capa 3 de un material cerámico, tal como dióxido de zirconio (ZrO_2). Entre la capa 3 y el núcleo 2, se proporciona una capa intermedia 4, que forma una transición gradual de las propiedades del material desde el núcleo 2 a la capa 3. La capa 3 tiene propiedades protectoras que permiten reducir el grosor del material de la pared separadora en comparación con un separador sin la capa 3, en la que se reduce la caída de presión formada por el separador 60 en el elemento de combustible. Por medio de la capa 3, el separador 60 está protegido contra diferentes formas de interacción, tales como corrosión de sombra, abrasión, corrosión por fricción y erosión, etc. Por medio del efecto protector de la capa 3 también se protegen los componentes circundantes alrededor del componente de reactor contra diferentes formas de interacción, tales como la corrosión de sombra, la abrasión, la corrosión por fricción y erosión, etc.

La figura 7a desvela una vista en perspectiva de un ejemplo de un componente de reactor en forma de una punta de barra de control 74 de una barra de control 70 para un reactor de agua a presión. Una pluralidad de barras de control 70 están unidas a un elemento de barra de control, no descrito en la figura, que se ajusta de acuerdo con el diseño de combustible de interés. La función de la barra de control 70 es terminar el proceso de fisión en un reactor de agua a presión. La barra de control comprende tubos de barra de control que están llenos de un material absorbente de neutrones 72, tal como boro, hafnio, cadmio, etc. La barra de control 70 cae dentro de un tubo guía del elemento de combustible, no descrito en la figura, cuando el reactor debe ser parado.

La figura 7b desvela una sección transversal de una punta de barra de control 74. La punta de barra de control 74 comprende un núcleo 2 de un material absorbente de neutrones y una capa 3 de un material cerámico, tal como carburo de silicio (SiC). Entre la capa 3 y el núcleo 2 hay una capa intermedia 4 que forma una transición gradual de las propiedades del material desde el núcleo 2 a la capa 3. La capa 3 tiene propiedades protectoras que aseguran que la punta de barra de control 74 no se daña en contacto con el tubo de guía de un elemento de combustible. Debido al efecto protector de la capa 3, los componentes circundantes tales como tubos de guía, dispositivos de posicionamiento ("tarjeta de guía") para la barra de control, etc, también están protegidos contra diferentes formas de interacción, tales como abrasión, desgaste y corrosión por erosión, etc.

La invención no está limitada a las realizaciones descritas, sino que puede ser modificada y variada dentro del alcance de las reivindicaciones que siguen.

REIVINDICACIONES

1. Componente de reactor (1) adaptado para ser utilizado en reactores de fisión, que comprende un núcleo (2) que consiste en un primer material y una capa (3) que consiste en un segundo material, en el que la capa (3) encierra al menos parcialmente el núcleo (2), en el que el componente de reactor (1) comprende una capa intermedia (4) entre el núcleo (2) y la capa (3), **caracterizado porque** la capa (3) está constituida por al menos una sustancia seleccionada del grupo consistente en Ti, Zr, Al, Fe, Cr, Ni, SiC, SiN, ZrO_2, Al_2O_3, y la mezcla de los mismos, y un resto posible, y porque la capa intermedia (4) está dispuesta para proporcionar una transición gradual de las propiedades del primer material al segundo material y tiene un gradiente de material que comprende una disminución de la concentración del primer material desde el núcleo (2) hasta la capa (3) y un aumento de la concentración del segundo material desde el núcleo (2) hasta la capa (3).

2. Componente de reactor (1) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el gradiente de material comprende una disminución sucesiva de la concentración del primer material desde el núcleo (2) hasta la capa (3) y un aumento sucesivo de la concentración del segundo material desde el núcleo (2) hasta la capa (3).

3. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado porque** el componente de reactor (1) está fabricado por medio de sinterización.

4. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) es esencialmente resistente a la corrosión en un entorno de un reactor de fisión.

5. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) está dispuesta para proteger el núcleo (2) de un entorno exterior.

6. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) está dispuesta para aislar eléctricamente al menos parcialmente el núcleo (2) con respecto a un entorno exterior.

7. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) tiene una mayor resistencia a la abrasión que el núcleo (2).

8. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) comprende al menos uno de entre un material metálico y un material cerámico.

9. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la capa (3) encierra completamente el núcleo (2).

10. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el componente (1) comprende al menos una parte de un separador (60) para un elemento de combustible.

11. Componente de reactor (1) de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** el separador (60) está dispuesto para ser utilizado en un reactor de fisión de agua ligera del tipo reactor de agua en ebullición.

12. Componente de reactor (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el componente (1) constituye al menos una parte de una punta de una barra de control (74) dispuesta para ser insertada dentro o en la proximidad de un elemento de combustible.

13. Componente de reactor (1) de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** la punta de la barra de control (74) está configurada para ser utilizada en un reactor de fisión de agua ligera de un reactor de tipo de agua a presión.

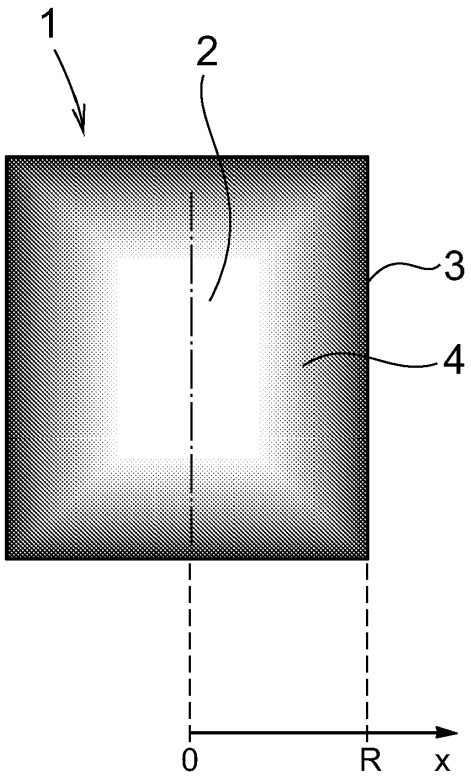

Fig. 1

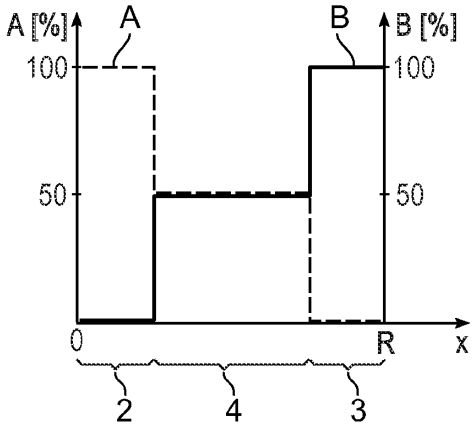

Fig.2

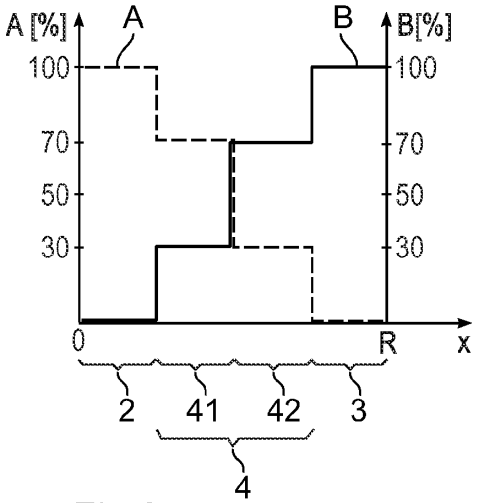

Fig.3

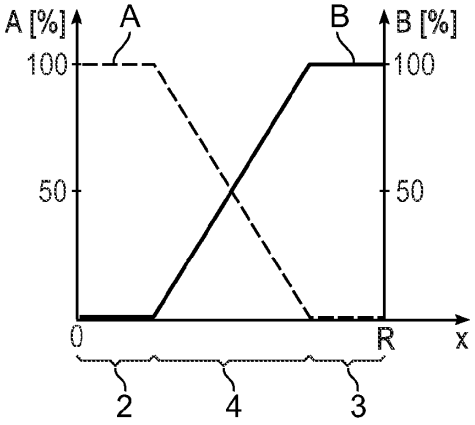

Fig. 4

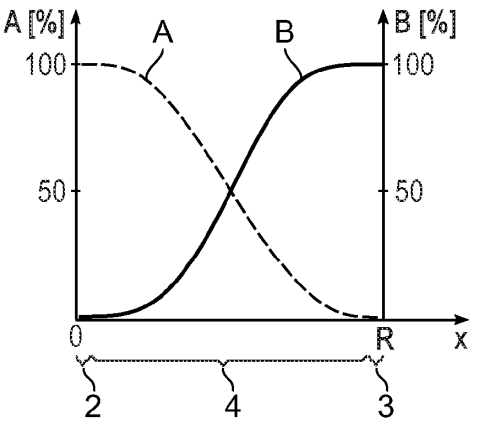

Fig. 5

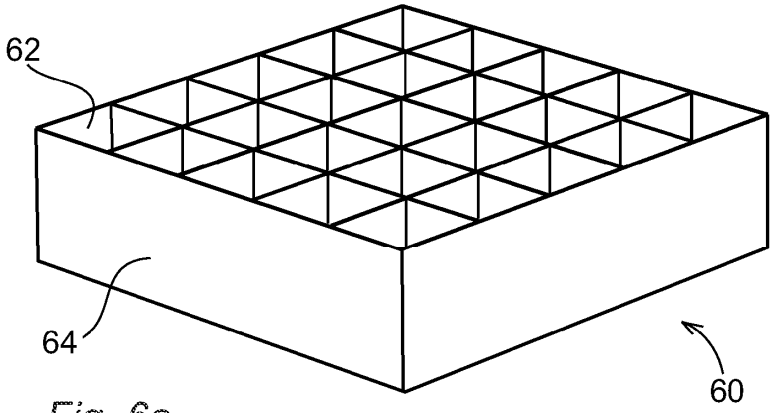

Fig. 6a

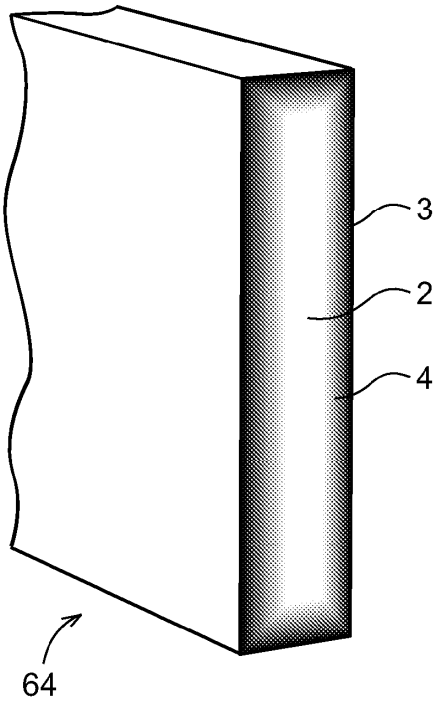

Fig. 6b

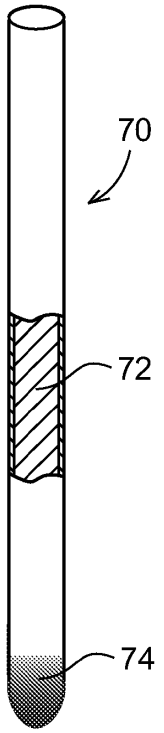

Fig. 7a

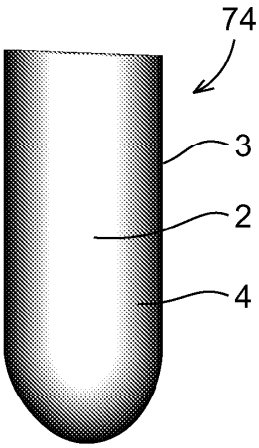

Fig. 7b