



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 286 327**

51 Int. Cl.:  
**B02C 19/18** (2006.01)  
**G21F 9/30** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Número de solicitud europea: **02799805 .3**  
86 Fecha de presentación : **10.12.2002**  
87 Número de publicación de la solicitud: **1453607**  
87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.09.2004**

54 Título: **Procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado.**

30 Prioridad: **11.12.2001 FR 01 15973**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**01.12.2007**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**01.12.2007**

73 Titular/es:  
**COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**  
**25, rue Leblanc - Immeuble "Le Ponant D"**  
**75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Paris, Jacques y**  
**Costes, Jean-Raymond**

74 Agente: **Justo Vázquez, Jorge Miguel de**

**ES 2 286 327 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado.

### 5 **Campo técnico**

La presente invención tiene por objeto un procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado por radioelementos mediante trituración de dicho grafito, colocado en inmersión en medio líquido, particularmente del grafito procedente de la hilera de uranio natural - grafito - gas (llamada UNGG), recuperado durante el desmantelamiento, o del grafito nuclear procedente de emplazamientos nucleares durante operaciones de purificaciones nucleares.

### **Estado de la técnica anterior**

El campo general de la invención es pro lo tanto el del tratamiento de desechos nucleares, tales como el grafito nuclear contaminado por radioelementos.

Actualmente, uno de los procedimientos de tratamiento de grafito nuclear consiste en someter dicho grafito a una fragmentación en seco, al aire, por mediación de medios de trituración convencionales, tales como trituradoras de percusión o trituradoras de cilindros, de forma que se obtenga un polvo, que seguidamente se somete a una combustión, de manera que se destruya completamente el grafito contaminado.

Un procedimiento de este tipo se describe en el documento FR-A-2691524.

Sin embargo, este procedimiento de tratamiento presenta los siguientes inconvenientes:

- este procedimiento es un procedimiento muy costoso, en la medida en que el grafito presenta una dureza tal que conlleva un desgaste rápido de las piezas mecánicas que entran en la constitución de las trituradoras, lo que requiere una renovación frecuente de dichas piezas;

- este procedimiento conlleva la formación de partículas muy finas de grafito, lo que, cuando están en suspensión en el aire, puede conllevar una explosión, tras la aparición de una chispa;

- este procedimiento conlleva una polución importante debida particularmente a la volatilidad de las partículas de grafito, pudiendo estas partículas estar cargadas eventualmente de metales pesados radioactivos, de  $^{60}\text{Co}$  y de  $^{137}\text{Cs}$ , lo que requiere un confinamiento de la estación de trituración, con el fin de evitar toda fuga al aire libre de elementos radioactivos contaminantes; sin embargo, la realización de tal confinamiento no permite en todo caso evitar la dispersión de radioelementos volátiles, tales como el tritio, que se pueden escapar por los sistemas de ventilación de la estación.

### 40 **Exposición de la invención**

Así, el objetivo de la presente invención es proponer un procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado por radioelementos, que no presente los inconvenientes de la técnica anterior, y que, particularmente, no requiera el uso de piezas mecánicas y que no implique la dispersión de radioelementos, y erradique igualmente los riesgos de explosión del polvo.

Para hacer esto, la invención tiene por objeto un procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado por radioelementos, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de trituración que consiste en someter dicho grafito, sumergido en medio líquido, a impulsos de alta tensión, teniendo dicho medio líquido una resistividad tal que, bajo el efecto de la energía transmitida por dichos impulsos, se disparan arcos eléctricos que aseguran, al contacto con dicho grafito, una rotura de enlaces carbono-carbono constitutivos de ese grafito, estando fijado el número de impulsos de alta tensión de tal modo que se obtengan partículas de grafito de granulometría dada.

Hay que precisar que, según la invención, por "impulsos de alta tensión" se entiende impulsos eléctricos que pueden transmitir una tensión del orden de uno a varios kilovoltios que implica la creación de arcos eléctricos en un medio líquido que presenta propiedades de resistividad adecuadas para la formación de arcos. Así, se puede utilizar ventajosamente, con los fines de realización de este procedimiento, medios líquidos cuya resistividad sea superior a 1  $\text{M}\Omega\text{-cm}$ .

Este procedimiento presenta la ventaja de ser realizable sin tener que recurrir a piezas mecánicas de trituración, o que minimiza los costes de puesta en práctica de este procedimiento con relación a las realizaciones de al técnica anterior.

Además, este procedimiento de tratamiento presenta la ventaja de ser realizado en medio líquido. Por este hecho, los polvos de grafito procedentes de la trituración son atrapados en este medio líquido, lo que permite evitar el fenómeno de explosión del polvo mencionado anteriormente. Además, los radioelementos liberados durante la trituración del grafito permanecen confinados en el medio líquido, por ejemplo mediante intercambio isotópico, como es el caso del tritio.

Además de la liberación y el atrapamiento de radioelementos, el procedimiento según la invención permite obtener, a su conclusión, partículas de grafito de granulometría dada, que pueden o bien ser sometidas a una combustión con el fin de destruirlas completamente, o bien ser recuperadas, con vistas a una eventual reutilización, por ejemplo como producto de base para la elaboración de barreras geológicas elaboradas de almacenamiento a largo plazo de productos altamente radioactivos. Estas partículas se pueden almacenar igualmente en condiciones de lixiviación nula mediante agua corriente.

Según la invención, para obtener una trituración del grafito nuclear en forma de partículas más o menos finas, el experto en la técnica puede elegir fácilmente las condiciones de aplicación de los impulsos de alta tensión (energía, frecuencia, duración y número de los impulsos enviados) en función de la naturaleza del grafito nuclear de partida, entendiéndose que, cuanto más importante sea la energía de los impulsos, menor será el número de impulsos a aplicar, para obtener una granulometría dada.

Según la invención, la energía transmitida por cada impulso puede estar comprendida ventajosamente entre 10 J y 100 kJ, preferentemente igual a 1 kJ.

Según la invención, los impulsos de alta tensión pueden tener, ventajosamente, una duración activa del orden de 200 ns a 100  $\mu$ s, preferentemente una duración de 1  $\mu$ s.

Según la invención, los impulsos de alta tensión pueden presentar una frecuencia activa de 1 Hz a 1000 Hz, preferentemente 10 Hz. Por supuesto, esta frecuencia se fijará de manera precisa por el experto en la técnica, en función del generador utilizado.

Según un modo particularmente ventajoso de la invención, un medio líquido, que se puede utilizar en el marco de este procedimiento, es el agua. Por supuesto, el agua utilizada en el marco de la invención presentará ventajosamente cualidades de resistividad tales que se pueda disparar un arco eléctrico, bajo el efecto de los impulsos de alta tensión. Por ejemplo, el agua utilizada puede ser parcialmente desionizada, de manera que se presente una conductividad más baja que un agua que no haya sufrido ningún tratamiento.

Ventajosamente, el procedimiento de la invención puede comprender igualmente una etapa de tratamiento del medio líquido, en el que tiene lugar la trituración del grafito, siendo este tratamiento un tratamiento clásico destinado, particularmente cuando este medio líquido es agua, a purificar el medio líquido de radioelementos liberados y mantener su resistividad, estando estos tratamientos al alcance del experto en la técnica. El tratamiento del medio líquido, destinado a purificar dicho medio de radioelementos contenidos en él, puede ser el que se practica ordinariamente en las "STEL" (estaciones de tratamiento de efluentes líquidos) de los centros nucleares, o, según el caso, se practica la precipitación de elementos disueltos, la neutralización de líquidos, la evaporación de agua, la desecación de precipitados.

#### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa un dispositivo particular que permite la trituración de una materia carbonada conductora.

La figura 2 ilustra las curvas de granulometría de polvos de grafito obtenidas durante dos ensayos efectuados aplicando para cada uno un número de impulsos diferente.

#### Exposición de un modo de realización particular de la invención

##### Ejemplo

La figura 1 ilustra un dispositivo particular puesto en práctica, en el marco de este ejemplo.

Este dispositivo comprende un reactor estanco 1 de material no conductor, por ejemplo de polietileno. El fondo del reactor es una placa conductora, que constituye el electrodo 2 de tierra conectado a un generador 3 de alta tensión, de tipo generador de Marx. Este generador alimenta un electrodo 4 de alta tensión, del que es posible regular la distancia frente al electrodo 2 de tierra. Un bloque 5 de grafito nuclear descansa sobre el fondo del reactor, estando dicho bloque totalmente sumergido en un medio líquido 6. Unos impulsos de alta tensión se envían sensiblemente en dirección del bloque 5, liberando así fragmentos 7 de dicho bloque 5 inicial. Los impulsos de alta tensión se materializan en forma de arcos eléctricos entre el electrodo de alta tensión y el electrodo conectado a tierra, siendo la diferencia de potencial aplicado entre estos dos electrodos función del alejamiento entre estos dos electrodos.

Está prevista una salida 8 de gases eventualmente producidos durante la trituración, con el fin de evitar todo fenómeno de sobrepresión.

En el reactor descrito anteriormente, se coloca un bloque de grafito nuclear, de una masa del orden de 60 g. Un generador de Marx utilizado entrega impulsos del orden de 1 kJ, de una frecuencia de 10 Hz y de una duración de 1 ms.

El bloque de grafito nuclear está recubierto de agua, de manera que está totalmente sumergido.

## ES 2 286 327 T3

Se han efectuado dos series de ensayos:

- una primera serie fijando el número de impulsos a 720;

5 - una segunda serie fijando el número de impulsos en torno a 5000.

10 Los resultados de estos ensayos están agrupados en la figura 2, que representa la distribución de la granulometría del polvo de grafito obtenido. El tamaño  $\bar{A}$  (en  $\mu\text{m}$ ) de las partículas de grafito obtenidas figura en la abscisa del gráfico, a escala logarítmica, y el porcentaje % del número de partículas de un tamaño dado con relación al número total de partículas figura en la ordenada del gráfico. El tamaño de los granos de grafito obtenido está determinado por el método Coulther, basado en el principio de la difusión de láser. En este ejemplo, el muestreo no se ha efectuado más que a nivel de la parte superior del reactor, sin proceder a una agitación del montaje.

15 La curva (a) representa la distribución del tamaño de las partículas formadas para un número de impulsos de 720, mientras que la curva (b) representa la distribución para un número de impulsos en torno a 5000.

20 Para el ensayo de 720 golpes, se obtiene un tamaño medio de granos del orden de 800  $\mu\text{m}$ . Para el ensayo con alrededor de 5000 impulsos, se obtiene un tamaño medio de granos del orden de 100  $\mu\text{m}$ . Estos dos ensayos muestran claramente que la eficacia de la trituración aumenta con el número de impulsos.

25 En función de la granulometría deseada, el experto en la técnica fijará experimentalmente, una vez que la energía, la frecuencia y la duración de los impulsos están fijadas, un número de impulsos adecuado.

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de tratamiento de un grafito nuclear contaminado por radioelementos, comprendiendo dicho procedimiento una etapa de trituración que consiste en someter dicho grafito, sumergido en medio líquido, a impulsos de alta tensión, teniendo dicho medio líquido una resistividad tal que, bajo el efecto de la energía transmitida por dichos impulsos, se disparan arcos eléctricos que aseguran, al contacto con dicho grafito, una rotura de enlaces carbono-carbono constitutivos de ese grafito, estando fijado el número de impulsos de alta tensión de tal modo que se obtengan partículas de grafito de granulometría dada.

10 2. Procedimiento de tratamiento según la reivindicación 1, en el que la energía de los impulsos de alta tensión es de 10 J a 100 kJ.

15 3. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que los impulsos de alta tensión presentan una duración que tiene de 200 ns a 100  $\mu$ s.

4. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que los impulsos de alta tensión presentan una frecuencia que tiene de 1 Hz a 1000 Hz.

20 5. Procedimiento de tratamiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el medio líquido es agua.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

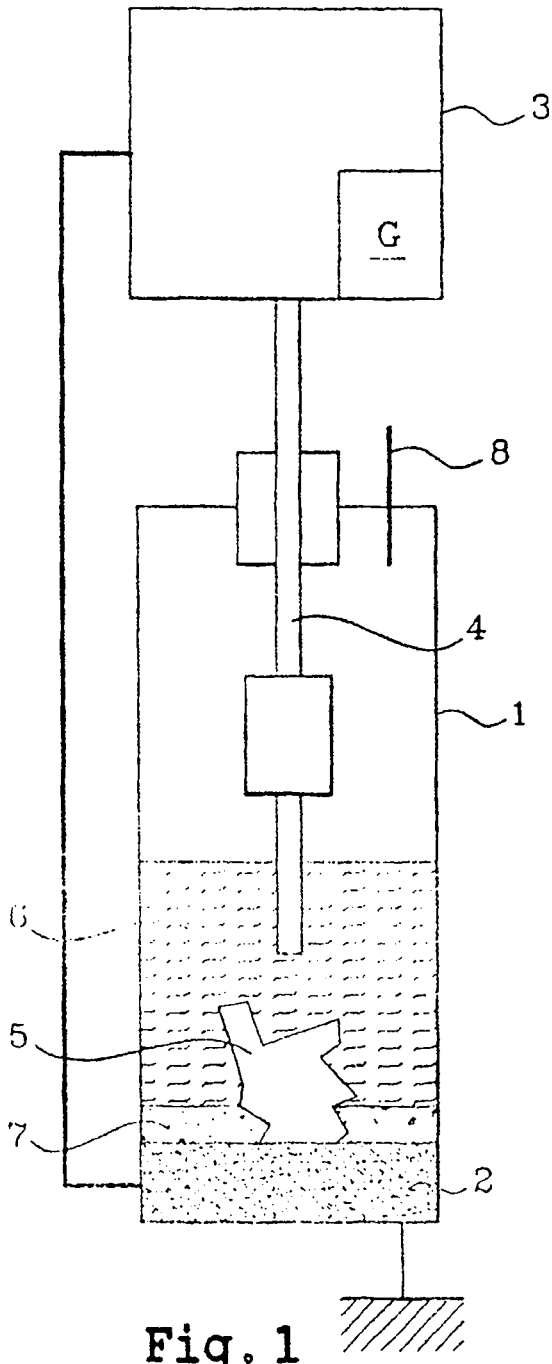


Fig. 1

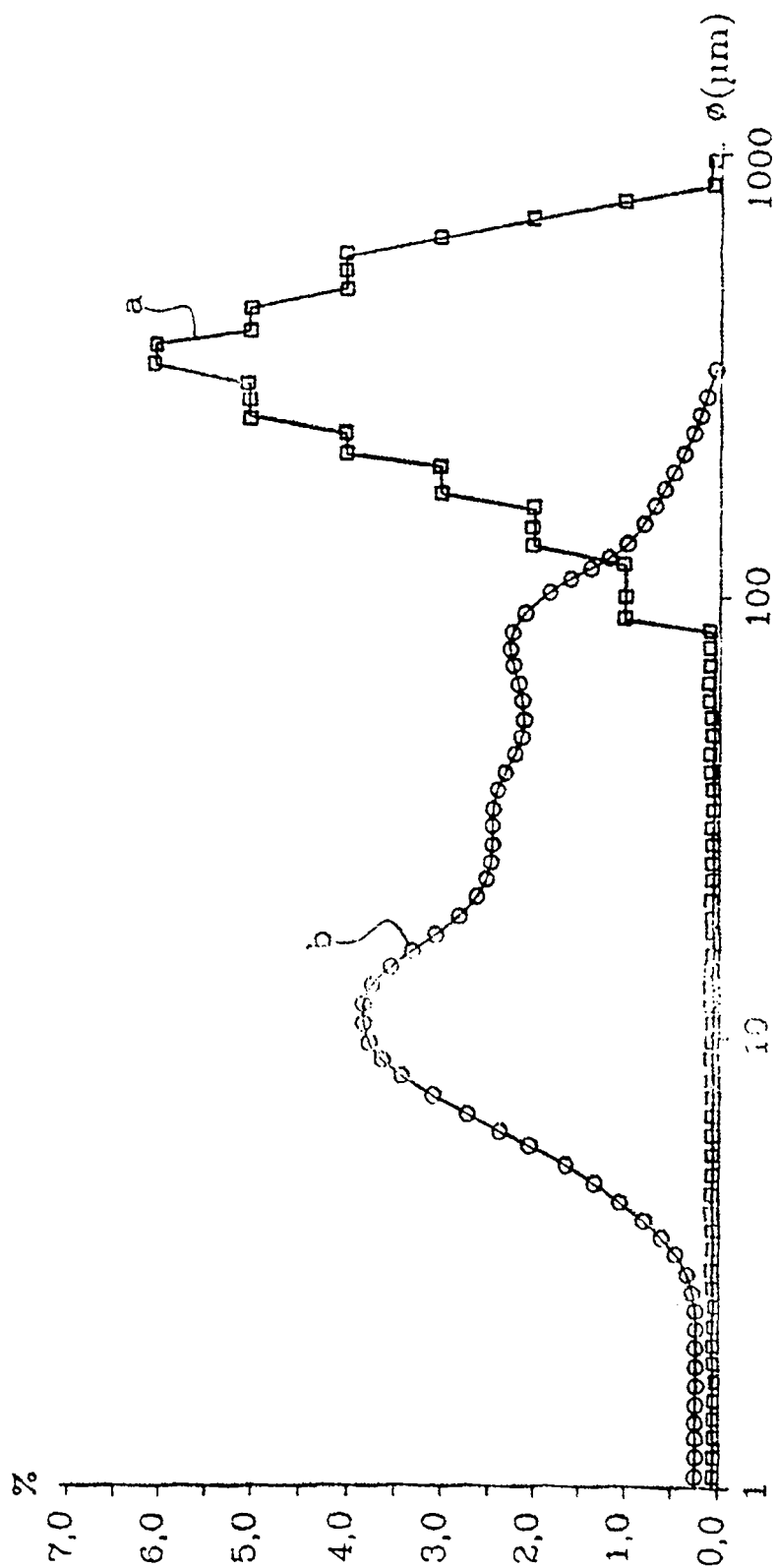


Fig. 2