

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 295**

51 Int. Cl.:

**C03B 5/00** (2006.01)

**C03B 3/02** (2006.01)

**B09B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05766648 .9**

96 Fecha de presentación: **25.05.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1751069**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.02.2007**

54 Título: **PROCEDIMIENTO QUE PERMITE REALIZAR LA COMBUSTIÓN Y LA OXIDACIÓN COMPLETA DE LA FRACCIÓN MINERAL DE UN RESIDUO TRATADO EN UN APARATO DE COMBUSTIÓN-VITRIFICACIÓN DIRECTA.**

30 Prioridad:  
**26.05.2004 FR 0451035**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**15.02.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**15.02.2012**

73 Titular/es:  
**Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives  
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc  
75015 Paris, FR y  
Areva NC**

72 Inventor/es:  
**PINET, Olivier y  
GIROLD, Christophe**

74 Agente: **de Justo Bailey, Mario**

ES 2 374 295 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 que permite realizar la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral de un residuo tratado en un aparato de combustión-vitrificación directa

5

### Campo técnico

La invención se refiere a un procedimiento que permite realizar la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral de un residuo tratado en un aparato de combustión-vitrificación directa.

10

### Antecedentes de la invención

Desde hace varios años, numerosos trabajos de investigación y desarrollo se interesan por el problema de la inmovilización de la fracción tóxica de los residuos combustibles o de los residuos mixtos (orgánicos e inorgánicos) dentro de una matriz de tipo vítreo o vitrocerámico (denominada matriz de confinamiento), la toxicidad de los residuos pudiendo ser de naturaleza química (metales pesados) o radiactiva.

15

Este tipo de investigaciones las llevan a cabo múltiples equipos en todo el mundo ya que los beneficios de dichos trabajos son múltiples: estabilizar el residuo a tratar, obtener una matriz de confinamiento a toda prueba y duradera, reducir el volumen inicial de los residuos...

20

Una de las soluciones de la técnica anterior propone un procedimiento industrial que permite realizar al mismo tiempo la combustión del residuo y la vitrificación de la fracción mineral de los residuos en un mismo aparato. Diferentes tecnologías que se han puesto en práctica consisten en formar, mediante fusión, un baño de vidrio o matriz fundida y en introducir en su superficie el residuo a tratar. De este modo, la fracción orgánica del residuo se descompone o se quema, según el tipo de atmósfera en el interior del aparato, mientras que la fracción mineral, a excepción de los elementos volátiles, se incorpora de manera más o menos homogénea a la matriz fundida.

25

Se han explorado varias líneas tecnológicas, al nivel de los laboratorios o a escala industrial, para obtener estos resultados.

30

En las variantes que se encuentran en la mayoría de los casos, el procedimiento de combustión-vitrificación de los residuos utiliza un dispositivo que comprende un crisol, que puede ser de material refractario o con una estructura metálica enfriada, fija o móvil en rotación alrededor de su eje, un medio de calentamiento y de fusión de la matriz vítrea o vitrocerámica de confinamiento de los residuos que se obtiene o bien mediante unos electrodos sumergidos, o bien mediante inducción dentro de un suscepto o directamente dentro de la matriz de confinamiento convertida en conductora, o bien incluso mediante plasma. Se pueden asociar varios medios de calentamiento para obtener la homogeneidad en la temperatura de la matriz de confinamiento, así como el aumento del rendimiento de la incineración. Cada una de estas configuraciones presenta obviamente sus ventajas y sus inconvenientes, pero todas se centran en la eficiencia, la fiabilidad y la simplificación del procedimiento de combustión-vitrificación.

35

40

El objetivo de los procedimientos de combustión-vitrificación de los residuos es garantizar un confinamiento eficaz y duradero en el interior de una matriz de tipo vítreo de los elementos tóxicos que contiene el residuo inicial. Ahora bien, las propiedades de confinamiento de los residuos en el interior de la matriz, es decir, la calidad y la homogeneidad de la matriz de confinamiento final que se obtiene, dependen en gran medida del tipo de atmósfera y de las condiciones de tratamiento en la superficie del baño de vidrio (temperatura, acumulación de materiales, agitación...). Una matriz de confinamiento muy heterogénea que incluye unas fases desmezcladas metálicas de gran tamaño, e incluso unos estratos de diferentes clases, es por lo tanto perjudicial en términos de almacenamiento de residuos, en particular de residuos peligrosos.

45

50

Los fenómenos químicos durante la incineración o de interacción entre el residuo a tratar y la matriz fundida pueden conducir a estas heterogeneidades.

Por ejemplo, durante la incineración de residuos ricos en minerales, estos pueden formar con rapidez especies metálicas o sulfuros, lentos de oxidar, y que por la diferencia de densidad van a atravesar de manera casi irremediable la superficie del baño y van a sedimentar. Es el caso, por ejemplo, de los sulfuros de níquel o de hierro que se acumulan en el fondo del baño de vidrio, arrastrando eventualmente con ellos radioelementos en el caso de residuos radiactivos.

55

De manera más simple, los fenómenos de reducción química solos pueden conducir a la reducción de especies en estado de metal en la superficie del baño si su tiempo de permanencia en este lugar, adecuado para ser oxidante, es demasiado bajo para permitir su oxidación.

60

A título de ejemplo, el documento US-B-6576807 describe un procedimiento de tratamiento de este tipo para residuos orgánicos que se aplica en un reactor que contiene un baño de vidrio fundido seguido de una fase gaseosa, el procedimiento comprendiendo la incineración, en presencia de oxígeno, de los residuos en la superficie de dicho

65

baño de vidrio fundido y la vitrificación de dichos residuos incinerados en el baño de vidrio fundido.

Todas las diferentes tecnologías de la técnica anterior que se han aplicado no son iguales frente a estos fenómenos químicos y en las interacciones. Las que crean unas atmósferas reductoras en la superficie del baño de vidrio son las que más producen estas fases heterogéneas. Por otra parte, aunque las tecnologías que utilizan plasma de oxígeno permiten reducir sensiblemente estos fenómenos, estas no llegan sin embargo a evitarlos por completo. Los estudios que pretenden terminar con la oxidación de estas fases en el interior de la matriz vítrea no permiten, a día de hoy, suprimir cuantitativamente estos fenómenos.

El objetivo del procedimiento de combustión-vitrificación que se describe a continuación es, por lo tanto, resolver estos inconvenientes permitiendo que los residuos y a sus subproductos de descomposición se oxiden lo suficiente en la superficie del baño de vidrio para que los minerales se puedan incorporar al vidrio sin generar fases sedimentadas en el fondo del crisol de fusión.

### Descripción de la invención

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento que permite la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral de un residuo combustible contenido dentro de un aparato destinado al tratamiento mediante combustión-vitrificación directa de residuos, comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- una etapa de introducción de dicho residuo dentro del aparato para depositarlo sobre la superficie de un baño de vidrio fundido contenido dentro del aparato;
- una etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio;
- una etapa de incorporación de los productos de combustión dentro del vidrio durante la cual el baño de vidrio, los productos de combustión y los eventuales aditivos de vitrificación añadidos al baño de vidrio se calientan hasta que se obtiene una masa líquida pastosa;
- una etapa durante la cual dicha masa se retira del aparato y se deja enfriar para obtener al final lo que se denomina una matriz de confinamiento,

estando dicho procedimiento caracterizado porque se realizan la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral del residuo, por una parte, durante la etapa de introducción del residuo y, por otra parte, durante la etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio, gracias a la presencia de unos medios de retención que permiten mantener al residuo, durante un tiempo determinado, bajo unos vapores oxidantes que emanan de los gases introducidos dentro del aparato, comprendiendo dichos medios de retención del residuo una capa superficial, denominada capa temporal de protección (4), presente en la superficie del baño de vidrio, que permite mantener al residuo en la superficie del baño de vidrio, durante un tiempo determinado, bajo dichos vapores oxidantes que emanan de los gases introducidos dentro del aparato, presentando dicha capa un coeficiente de tensión superficial mayor que el del baño de vidrio fundido.

La capa temporal de protección del baño de vidrio es una capa que permite la retención de los productos de combustión por encima de la superficie del baño de vidrio durante un tiempo determinado. La capa temporal de protección de la superficie presenta de este modo unas propiedades físico-químicas que le permiten garantizar, a lo largo de un tiempo suficiente, la retención en la superficie del baño de vidrio de los productos a tratar y de los subproductos en proceso de oxidación.

Ventajosamente, la capa temporal de protección se realiza de acuerdo con una al menos de las etapas siguientes:

- reducción de la temperatura de la superficie del baño de vidrio;
- adición de material por encima de la superficie del baño de vidrio.

De acuerdo un modo de realización particular, la capa temporal de protección se completa mediante la adición de al menos otra capa superficial, denominada sobre-capa temporal de protección, está, al menos una, sobre-capa temporal de protección teniendo al menos una de las funciones siguientes:

- desarrollar, por el efecto del peso de los residuos que se le ponen encima, unas fuerzas interfaciales con la capa temporal de protección mejorando la no penetración dentro del baño de vidrio de las partículas procedentes de dichos residuos;
- mejorar la distribución de las tensiones mecánicas por toda la superficie de la capa temporal de protección gracias a un entrelazamiento de los componentes de dicha sobre-capa temporal de protección o a unos enlaces químicos que solidarizan dicha sobre-capa temporal de protección;
- proteger la capa temporal de protección de un ataque químico por parte de los residuos.

De acuerdo con un caso particular, se eliminan al menos la capa temporal de protección o la o las sobre-capas temporales de protección, antes de la etapa de incorporación, mediante acción química. Puede tratarse de la acción química de los elementos que la rodean, es decir de las otras sobre-capas, o de elementos que se añaden

especialmente con ese objetivo.

5 De acuerdo con otro caso particular, se eliminan al menos la capa temporal de protección o la o las sobre-capas temporales de protección, antes de la etapa de incorporación, mediante un medio seleccionado entre una elevación de la temperatura del baño de vidrio, un método mecánico o un método que utilice los movimientos termohidráulicos del baño de vidrio.

10 De manera ventajosa, la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección presentan una composición química que es compatible con la composición del baño de vidrio. De este modo, los componentes de estas capas de protección se pueden incorporar al final en el baño de vidrio.

15 De acuerdo con un primer modo de realización particular, la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección se realizan dispersando, en la superficie del baño de vidrio, material dividido seleccionado entre polvos, sinterizados, escamas o fibras.

20 De acuerdo con un segundo modo de realización particular, la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección se realizan dispersando, en la superficie del baño de vidrio o en la superficie de una capa ya depositada, material en forma de gel. El gel presenta la ventaja de extenderse más fácilmente que el material dividido y permite cubrir con más facilidad toda la superficie a proteger.

25 De acuerdo con un tercer modo de realización particular, la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección están prefabricadas y se depositan directamente en la superficie del baño de vidrio o en la superficie de una capa ya depositada.

De manera ventajosa, los medios de retención comprenden, además, un soporte rígido que permite retener el residuo, durante un tiempo determinado, bajo unos vapores oxidantes que emanan de los gases introducidos dentro del aparato, durante la etapa de introducción del residuo en el aparato.

30 De manera ventajosa, el procedimiento comprende, además, una etapa de adición de oxidantes al residuo, durante la etapa de introducción del residuo y durante de la etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio. Los agentes oxidantes utilizados pueden ser, además de los gases que contienen oxígeno, unos líquidos o unos sólidos añadidos al residuo o a los productos de combustión durante el tratamiento por encima del baño de vidrio. De este modo, el soporte que permite retener el residuo permite retardar la penetración del residuo dentro del baño de vidrio antes de la etapa de combustión de dicho residuo y antes de que la oxidación de los subproductos de combustión de este residuo se haya acabado: el residuo se quema con el oxígeno de los gases que se envían a la superficie del baño de vidrio y se le añaden eventualmente unos oxidantes líquidos o sólidos para terminar o acelerar la reacción de oxidación de los subproductos de combustión del residuo. Este procedimiento permite la incineración completa de las materias combustibles y la oxidación suficiente de los minerales de manera previa a su incorporación dentro de la matriz vítrea, evitando de este modo la obtención de una matriz de confinamiento cuyas cualidades se verían desnaturalizadas por la inclusión de fases reducidas ligadas a un fallo de oxidación durante el procedimiento.

De manera ventajosa, el residuo combustible es un residuo mixto orgánico y mineral.

45 Una de las ventajas de este procedimiento de oxidación completa de las fracciones minerales del residuo combustible es que es sencillo de aplicar y que se adapta con facilidad a cada problema que se plantee gracias a la posible variación del tipo de soporte que soporta el residuo durante su introducción en el procedimiento, de la naturaleza físico-química de la capa protectora, de la naturaleza química de los oxidantes empleados y del modo de destrucción de la capa protectora. Este procedimiento puede encontrar la mayor parte de sus aplicaciones en el campo del tratamiento de los residuos radiactivos combustibles que se desean vitrificar. Se puede citar, como ejemplo, el tratamiento de materiales ricos en azufre, que corren el riesgo de reaccionar con el baño de vidrio o de crear sulfuros durante su incineración, de las resinas intercambiadoras de iones, de las sales envueltas en una matriz orgánica, de los lodos...

55 Por extensión, también se pueden considerar algunas aplicaciones para residuos industriales especiales.

### Breve descripción del dibujo

60 Se entenderá mejor la invención y se mostrarán otras ventajas y particularidades con la lectura de la descripción que viene a continuación, que se da a título de ejemplo no excluyente, acompañada del dibujo adjunto de la figura, que es un esquema que ilustra una vista en sección del dispositivo utilizado para la aplicación del procedimiento de la invención.

### Descripción detallada de unos modos de realización particulares

65 En la figura, se puede observar un crisol 2 que comprende un baño de vidrio fundido 1 en la superficie del cual se

puede formar una capa 4 de protección. Utilizando un sistema 6 de alimentación, se vierten los residuos en la superficie del baño de vidrio. Este sistema 6 de alimentación puede servir igualmente como soporte o sistema de retención de los desechos 3, lo que permite realizar, durante la etapa de incorporación de los residuos dentro del crisol 2, una parte de la combustión de los residuos 3. La referencia 5 designa unos gases, sólidos o líquidos que se añaden en el crisol para actuar sobre la oxidación y la combustión de los residuos 3. Puede tratarse de un flujo de oxígeno gaseoso y/o de un plasma de oxígeno aplicado al residuo 3 (también denominado con el término de carga reactiva), y/o de oxidantes sólidos o líquidos, y/o de aditivos para vitrificación (esterificado de vidrio, sílice, carbonatos, óxidos diversos...).

Para conseguir el objetivo buscado, esto es la no incorporación en el vidrio de especies reducidas de tipo metal o sulfuro, por ejemplo, y evitar posteriormente fenómenos de sedimentación, conviene garantizar la combustión del residuo por encima del baño de vidrio hasta la oxidación completa de los minerales que este contiene. El soporte del residuo mediante una pieza mecánica durante la etapa de incorporación o de alimentación de los residuos dentro del aparato o la retención de los productos de combustión gracias a una capa 4 de protección permite en particular la completa incineración de las materias combustibles y la suficiente oxidación de las materias minerales para su incorporación dentro de una matriz de confinamiento. Estos dos medios de retención permiten que los residuos a tratar reaccionen por encima de la superficie del baño de vidrio, o bien con unos gases que contienen oxígeno, o bien con unos oxidantes sólidos o líquidos (nitratos, sulfatos, ácido nítrico, ácido sulfúrico...). Los oxidantes gaseosos, líquidos o sólidos, se pueden añadir a la carga reactiva uno tras otro o a la vez. Su elección depende del residuo considerado, de las tensiones ligadas al procedimiento, de la compatibilidad de los elementos químicos aportados por los oxidantes utilizados con la composición del vidrio final.

Se ha visto con anterioridad que la función principal de la capa 4 de protección es la de aumentar el coeficiente de tensión superficial en la superficie del baño de vidrio 1. Para garantizar esta función, la capa temporal de protección tiene un coeficiente de tensión superficial mayor que el del vidrio fundido a la temperatura de elaboración (que corresponde a una viscosidad de alrededor de 100 dPas). Esta capa permite impedir, mediante el desarrollo de fuerzas interfaciales con las partículas que están en contacto con ella, la penetración de materiales no deseados en el interior del baño de vidrio.

Por otra parte, la retención del residuo por encima del baño de vidrio garantizada por un soporte rígido 6 durante la etapa de incorporación de los residuos dentro del aparato o por la capa 4 de protección en la superficie del baño de vidrio es por definición temporal. Resulta útil durante el periodo de combustión y de oxidación de los residuos. La capa de protección está llamada a destruirse para entrar en la composición final de la matriz vítrea elaborada. La destrucción de la capa de protección se puede realizar de manera natural, es decir que la capa se elimine mediante corrosión. Esta puede ser el resultado o bien del efecto de la tecnología que se aplica para realizar el tratamiento de combustión-vitrificación (por ejemplo, una elevación de la temperatura del baño de vidrio, en particular utilizando una antorcha de plasma), o bien mediante la adición, en el interior de estas capas de protección, de reactivos que van a disolver la capa tras un tiempo de permanencia que corresponde a la vida útil deseada de dicha capa. Puede resultar especialmente interesante un ataque químico por parte de los elementos añadidos al final del periodo de combustión, si estos elementos entran en la composición del vidrio final. La composición química de la o de las capas de protección debe, por lo tanto, ser de preferencia compatible con la composición de dicha matriz. Se selecciona, por lo tanto, de preferencia, para la composición de las capas y sobre-capas de protección elementos que entran en la composición de la matriz vítrea. Estos elementos añadidos, también pueden, en función de su forma química de introducción (oxidante, reductor...), y de manera previa a la destrucción de la capa de protección o de la sobre-capa, participar en algunas reacciones con los productos procedentes de los residuos 3.

### Ejemplo de aplicación del procedimiento de la invención

Se utiliza una fundición para vidrio de tipo borosilicatado principalmente formada por un 41,5 % de SiO<sub>2</sub> (sílice), un 18,5 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (anhídrido bórico), un 10 % de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alúmina), un 20 % de Na<sub>2</sub>O (óxido de sodio), un 5 % de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Esta fundición para vidrio tiene una viscosidad de 40 dPas aproximadamente a 1.200 °C. La masa de la fundición para vidrio utilizada para los experimentos es de 300 g y presenta una superficie de 7,3·10<sup>-3</sup> m<sup>2</sup>. Los residuos 3 que se llevan a la superficie del baño de vidrio que se forma a partir de esta fundición para vidrio son una mezcla de 25 g de polvos que contienen coque (simulando la fracción orgánica de un residuo incinerable), sulfato de bario, óxidos de níquel, hierro y cobre. A esto se añaden dos bolas de sulfuros con un diámetro de 5 mm.

Tras un tratamiento de una hora a 1.200 °C al aire y en ausencia de una capa 4 de protección, se encuentran numerosas bolas de aspecto metálico en el fondo del crisol, mostrando los fenómenos cuya aparición se desea evitar.

Se reproduce este experimento colocando esta vez sobre el baño de vidrio 1 una capa 4 de protección rica en sílice y que tiene un espesor de alrededor de 2 mm. La capa de protección forma de este modo con la fundición para vidrio, que asciende por capilaridad, una mezcla viscosa que contiene unas finas partículas de sílice parcialmente disueltas. Tras un tratamiento de una hora a 1.200 °C al aire, se observa que ninguna bola ha atravesado la superficie del baño de vidrio. De hecho, los residuos 3 se han quemado en gran parte y se han formado numerosas bolas metálicas que, gracias a la capa superficial temporal 4 de protección, se han mantenido por encima de la

superficie del baño de vidrio. La presencia de estas bolas se explica por el hecho de que el aporte de oxígeno lo es en una cantidad insuficiente para terminar la oxidación de los residuos.

5 Hay que señalar que en el caso que se acaba de exponer, no hay necesidad de añadir sobre-capas a la capa 4 de protección para retener al residuo y a los productos de combustión en la superficie.

10 La eliminación de esta capa de protección se obtiene en las mismas condiciones de temperatura mediante la adición de  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ . Hay que señalar que se han seleccionado estas especies químicas para la destrucción de la capa de protección para que entren en la composición del vidrio final.

15 Se repite el mismo experimento a escala industrial: se calientan 30 kg de fundición para vidrio mediante inducción directa dentro de un crisol de metal enfriado y cubierto por un dispositivo de generación de un plasma con arco de oxígeno transferido entre dos antorchas metálicas, se tratan 3 kg de residuos del mismo tipo que en el experimento anterior sobre una capa protectora. Al final del procedimiento de combustión-vitrificación, se llegan a las mismas conclusiones que se han obtenido anteriormente: las numerosas bolas metálicas formadas durante el procedimiento se mantienen por encima de la superficie del baño de vidrio gracias a la formación de una capa de algunos milímetros rica en granos de sílice.

20 La presencia de las numerosas bolas metálicas indica una oxidación parcial de los minerales. Esto se debe al hecho de que la atmósfera no es lo suficientemente oxidante.

25 En otro ejemplo, la combustión total de 300 g de residuo orgánico que contiene 120 g de minerales, entre los que se encuentran el sulfato de bario, los óxidos de hierro, de níquel y de cobre, se obtiene tras mantenerlo bajo una antorcha de plasma durante un tiempo de menos de 7 minutos.

30 Dentro de un crisol refractario se depositan a continuación 22,45 g de los productos de combustión que se han seleccionado sobre 200 g de vidrio borosilicatado y se recubren a continuación con 60 g de vidrio borosilicatado y con 107 g de nitrato de sodio. La mezcla se introduce a  $1.200^\circ\text{C}$  dentro de un horno. Se incorporan los minerales al vidrio en su totalidad y se observa que ninguna bola sedimenta en el fondo del crisol. El tiempo de permanencia prolongado bajo el oxígeno de la antorcha de plasma y la adición de un oxidante han permitido impedir la formación de especies reducidas sedimentadas. La falta de adición de oxidantes líquidos o gaseosos, un tiempo de permanencia demasiado corto bajo el plasma de oxígeno o una retención insuficiente del residuo por encima del baño de vidrio no permiten alcanzar este resultado.

35 En una aplicación práctica del procedimiento de acuerdo con la invención que consiste en realizar una o varias capas protectoras sobre un baño de vidrio fundido, el horno de combustión-vitrificación se diseña de preferencia en multizonas. En particular, una parte del crisol está destinada a la incineración propiamente dicha de los residuos (que comprende el dispositivo de introducción y de retención del residuo, la formación de la capa de protección y la adición de oxidantes), otra parte está destinada al afinado del vidrio (y al mismo tiempo al reciclado del polvo de la depuración de los gases).

40

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento que permite la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral de un residuo combustible contenido dentro de un aparato (2) destinado al tratamiento mediante combustión-vitrificación directa de residuos (3), comprendiendo dicho procedimiento las siguientes etapas:

- una etapa de introducción de dicho residuo dentro del aparato para depositarlo sobre la superficie de un baño de vidrio (1) fundido contenido dentro del aparato (2);
- una etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio (1);
- una etapa de incorporación de los productos de combustión dentro del vidrio durante la cual el baño de vidrio (1), los productos de combustión y los eventuales aditivos de vitrificación añadidos al baño de vidrio se calientan hasta que se obtiene una masa líquida pastosa;
- una etapa durante la cual dicha masa se retira del aparato (2) y se deja enfriar para obtener al final lo que se denomina una matriz de confinamiento,

estando dicho procedimiento caracterizado porque se realizan la combustión y la oxidación completa de la fracción mineral del residuo, por una parte, durante la etapa de introducción del residuo y, por otra parte, durante la etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio, gracias a la presencia de unos medios de retención que permiten mantener al residuo, durante un tiempo determinado, bajo unos vapores oxidantes que emanan de los gases introducidos dentro del aparato, comprendiendo dichos medios de retención del residuo una capa superficial, denominada capa temporal de protección (4), presente en la superficie del baño de vidrio (1), que permite mantener al residuo en la superficie del baño de vidrio (1), durante un tiempo determinado, bajo dichos vapores oxidantes que emanan de los gases introducidos dentro del aparato (2), presentando dicha capa un coeficiente de tensión superficial mayor que el del baño de vidrio fundido (1).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación anterior, caracterizado porque la capa temporal de protección (4) se realiza de acuerdo con una al menos de las etapas siguientes:

- reducción de la temperatura de la superficie del baño de vidrio (1);
- adición de material por encima de la superficie del baño de vidrio.

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la capa temporal de protección (4) se completa mediante la adición de al menos otra capa superficial, denominada sobre-capa temporal de protección, dicha, al menos una, sobre-capa temporal de protección teniendo al menos una de las siguientes funciones:

- desarrollar, por el efecto del peso de los residuos que se le ponen encima, unas fuerzas interfaciales con la capa temporal de protección que mejora la no penetración dentro del baño de vidrio de las partículas procedentes de dichos residuos;
- mejorar la distribución de las tensiones mecánicas por toda la superficie de la capa temporal de protección gracias a un entrelazamiento de los componentes de dicha sobre-capa temporal de protección o a unos enlaces químicos que solidarizan dicha sobre-capa temporal de protección;
- proteger la capa temporal de protección de un ataque químico por parte de los residuos.

4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, caracterizado porque al menos la capa temporal de protección o la o las sobre-capas temporales de protección se eliminan, antes de la etapa de incorporación, mediante acción química.

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 3, caracterizado porque se eliminan al menos la capa temporal de protección o la o las sobre-capas temporales de protección, antes de la etapa de incorporación, mediante un medio seleccionado entre una elevación de la temperatura del baño de vidrio (1), el burbujeo de la superficie del baño de vidrio (1), un método mecánico o un método que utiliza los movimientos termohidráulicos del baño de vidrio.

6. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección tienen una composición química que es compatible con la composición del baño de vidrio (1).

7. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección se realizan dispersando, en la superficie del baño de vidrio, material dividido seleccionado entre polvos, sinterizados, escamas o fibras.

8. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección se realizan dispersando, en la superficie del baño de vidrio o en la superficie de una capa ya depositada, material en forma de gel.

9. Procedimiento de protección de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la capa temporal de protección y la o las sobre-capas temporales de protección están prefabricadas y se depositan directamente en la superficie del baño de vidrio (1) o en la superficie de una capa ya depositada.
- 5 10. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los medios de retención comprenden, además, un soporte rígido que permite retener al residuo, durante un tiempo determinado, bajo unos vapores oxidantes que emanan de los gas introducidos dentro del aparato, durante la etapa de introducción del residuo dentro del aparato.
- 10 11. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el procedimiento comprende, además, una etapa de adición de oxidantes al residuo, durante la etapa de introducción del residuo y durante la etapa de combustión y de oxidación del residuo en la superficie del baño de vidrio.
- 15 12. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el residuo combustible es un residuo mixto orgánico y mineral.

1 / 1

