

95 OCT 10 14:20

Fecha de presentación

SOLICITUD DE

PATENTE DE INVENCION

I. Solicitante

Acta N°

- 1) Nombre PASQUALINI, Enrique Emilio
NUÑEZ REGUEIRO, Manuel Daniel
ADELFANG, Pablo

0333793

- 2) Documento de Identidad: DNI 10.195.732 - DNI 10.131.825 -
- DNI 7.887.725

- 3) Caja Jubilación: Afiliado N°

- 4) Inscripto en el Registro Industrial de la
Nación (Decreto-Ley 19.971/72) N°

- 5) Domicilio: Real: Conesa 960 dpto. 2, BUENOS AIRES AR
Pintacura 2660 (Barrio Las Vertientes) S.C. de Bari AR
Loche Prov. de Río Negro
Olavarría 3433, FLORIDA, Prov. de Bs. Aw AR

Legal: Av. Corrientes 1670 - 7° G (C)
(1042) BUENOS AIRES

II. Objeto

- 6) Título de la Invención: "PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIATIVO ENCAPSULADO EN CARBON Y METODO PARA OBETENERLO"

- 7) Carácter de la Patente:

X a) Definitiva, por el término de quince años

b) Adicional a la Patente N°

c) Reválida de la Patente N°

País

d) Precaucional.

- (8) Ley 17.0119 Fecha prioridad: País N°

III. Documentación acompañada

- 9) Se acompaña:

- a) Comprobante pago servicio requerido
b) Impuesto de Ley por la
c) Formulario anexo en duplicado
d) Carátula en duplicado

☒
☒
☒
☒

2. 13/87 - 5237

- e) Memoria descriptiva en duplicado
- f) Reivindicaciones en duplicado firmadas.
- g) 2 copias de la 1ª reivindicación
- h) Dibujos en triplicado
- i) Número de planchas
- j) Clisé y reproducciones
- k) Copia certificada de la patente que se revalida
- l) Copia certificada (Ley 17.011)
- m) Documento de cesión
- n) Dibujos informales

- ☒
- ☒
- ☒
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐
- ☐

IV. Mandato

10) Sociedad, representada por: DULFANO, Pablo Leonardo (Ag. matr. 806)

quien declara bajo juramento que inviste el carácter de Apoderado

que su mandato se encuentra vigente y que la Sociedad se halla inscrita en el Registro Público de

Comercio. Fecha: N° Lib. T°

11) Inscripto en el Registro de Poderes de la DNPI. N°

12) Se acompaña poderes (2)

13) En este acto, autoriza a

para tramitar este asunto hasta su terminación con facultades para firmar documentos, desistir si fuere menester y solicitar testimonios.

14) Caja Jubilación: Autónomos

Afiliado N° CUIT 20-04368988-7

15) Agente N° 806

V. Declaración

16) A los efectos del Decreto del 7 de Junio de 1901 manifiesta que el presente invento NO ha sido patentado en el extranjero.

VI. Observaciones

Se solicita que el título de la Patente de Invención sea expedido a favor de la COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA de la República Argentina, con domicilio en Av. del Libertador 8250, BUENOS AIRES

(Firma del autorizado)

Pablo L. Dulfano
(Firma del solicitante)

(10) PAIS ARGENTINA

(12) Tipo de solicitud:

☒ Invención (A)☐ Precaucional (Pr)☐ Primaria (1)☐ Reválida (R)☐ Adicional (2)
(Perfeccionamiento)
a la patente No.:

(21) No. de solicitud:

(11) No. de patente:

(72) Inventores: PASQUALINI, Enrique Emilio
NUÑEZ REGUEIRO, Manuel Daniel - ADELFGANG, Pablo

(74) Agente: 806

(12)	(12)	(41) Disp.	D	M	A	(51) CIP 4
(21)		(22) Sol.				
(11)		(24) Vlp.				
(30)	☐ Prioridad	☐ Reválida	D	M	A	
País No.						

(71) Solicitante: Los inventores, que ceden a la Comisión
Nacional de Energía Atómica

País AR

Dirección: Av. del Libertador 8250 - BUENOS AIRES

(54) Título: PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL
RADIATIVO ENCAPSULADO EN CARBON Y METODO PARA OBTENERLO

(57) Resumen o palabras clave y dibujo o fórmula:

El producto nuclear de la presente invención, formado por material radiactivo encapsulado en carbono, está caracterizado porque las cápsulas que conforman dicho producto tienen dimensiones comprendidas entre las unidades y centenas de nanómetros, en las cuales el carbono muestra una forma cerrada de más de una capa de estructura grafitica cuya estabilidad frente a agentes químicos externos y bajo radiación corresponde con la del grafito.

Su campo de aplicación abarca tanto el encapsulado de material radiactivo útil, como los considerados residuos. El material radiactivo queda químicamente aislado en un encapsulado inerte y muy estable aún a elevadas temperaturas y bajo la acción de la radiación del mismo material.

Los objetivos de la presente invención, son: un producto nuclear formado por material radiactivo encapsulado en carbono, capaz de ser almacenado por largos periodos de tiempo y que presente propiedades químicas perdurables similares a las del grafito; capaz de ser manipulado en condiciones seguras; un procedimiento y sus variantes para producir dicho producto, que permite obtenerlo en forma industrial y con alto rendimiento.

Documentos citados:

Patente de Invención US 5350569 STORAGE OF NUCLEAR MATERIALS BY ENCAPSULATION IN FULLERENES; Coppa, Nicholas V.

P A T E N T E D E I N V E N C I O N
=====

Titulo:

PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIOACTIVO
ENCAPSULADO EN CARBON Y METODO PARA OBTENERLO

Titular:

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Cesionaria de los Autores

Autores:

Enrique Emilio PASQUALINI
Manuel Daniel NUÑEZ REGUEIRO
Pablo ADELFGANG

INTRODUCCION - CAMPO DE APLICACION

La presente invención tiene por objeto principal un novedoso producto nuclear, formado por material radiactivo encapsulado en carbón y, como objeto accesorio, el método para obtenerlo.

Las cápsulas del producto obtenido tienen dimensiones comprendidas entre las unidades y las centenas de nanómetros, siendo por lo tanto nanopartículas y se pueden denominar nanoencapsulados.

Su campo de aplicación es muy amplio, porque abarca tanto el encapsulado de materiales radiactivos considerados residuos nucleares como también el nanoencapsulamiento de material radiactivo útil, como por ejemplo, combustibles nucleares, materiales para irradiación en instrumentos y organismos vivos, etc. En todos los casos, el material radiactivo queda químicamente aislado en un encapsulado inerte y muy estable, aún a elevadas temperaturas y bajo la acción de la radiación del mismo material radiactivo encapsulado, que permite un almacenamiento estable y duradero y una manipulación más segura.

BREVE DESCRIPCION DEL ARTE PREVIO

A los fines de esta breve descripción, se separarán los antecedentes en relación a la inmovilización de residuos nucleares, a los combustibles nucleares encapsulados, y al encapsulamiento en carbón de otros materiales.

El resguardo de residuos nucleares generados en fuentes tales como plantas nucleares de producción de energía, ha afectado por décadas a la industria energética nuclear y preocupado a la

comunidad científica. Los hechos que no se han abierto lugares para reservorios nucleares de bajo nivel y que el clima político no favorece la instalación de nuevos lugares, indican que el futuro del resguardo seguro y adecuado de residuos nucleares es incierto. Esta carencia de facilidades de almacenamiento limitará en el futuro la producción energética nuclear justamente cuando es necesario disminuir las emanaciones de las plantas convencionales.

La necesidad de contar con facilidades de almacenamiento especialmente estables se ve claramente en el hecho que se generan isótopos radiactivos con vidas medias de hasta miles de años. Sin embargo, rasgos naturales de los terrenos, como los niveles de napas de agua, características de los suelos y posibilidades de terremotos, hacen tremendamente complicada la selección de un lugar apropiado, aún sin considerar los problemas políticos.

Muchos de los materiales fíisiles, como el plutonio, son tóxicos desde el punto de vista químico. Por lo tanto, es necesario considerar períodos de almacenamiento muy largos, en los cuales deben ser prevenidos los escapes de residuos nucleares a las fuentes de provisión de agua.

Se ha intentado, entonces, confinar los desechos nucleares en vidrios, cerámicos, cementos, materiales bituminosos. En todos estos casos, cada ión o conglomerado de iones de material nuclear queda rodeado por relativamente pocos átomos de la matriz. Además, la estabilidad de ésta se ve afectada por el material confinado, deteriorándose progresivamente, y por lo tanto se produce una lenta

liberación de productos radiactivos y una consecuente contaminación del ambiente.

Un caso distinto lo constituye la Patente de Invención US 5350569 (STORAGE OF NUCLEAR MATERIALS BY ENCAPSULATION IN FULLERENES; Coppa, Nicholas V.), en donde átomos del material nuclear quedan incluidos en fullerenos. Sin embargo, los autores de la presente invención consideran que el resultado que se obtendrá con esta forma de confinamiento será poco satisfactorio.

En efecto, en primer lugar muchos de los estudios con fullerenos endohédricos fueron realizados utilizando las técnicas de evaporación con laser en cámaras de alto vacío, y con tiempos de medición in situ extremadamente cortos. En ningún caso estos resultados pueden ser tenidos en cuenta para indicar la estabilidad de los compuestos detectados.

Más inestables aún son en fase sólida. Esto posiblemente es debido a que la transferencia electrónica del metal al fullereno acrecienta su reactividad, como en el caso de los fullerenos superconductores dopados con metales alcalinos, donde son altamente inestables a la oxidación, tanto el metal como los fullerenos. En general, los fullerenos endohédricos son viables como un haz de agregados (como otros muchos agregados de pequeñas cantidades de átomos metálicos), no como moléculas estables. Existen algunas excepciones como el caso de algunos metales que se ha conseguido encapsular en fullereno C-82.

En segundo lugar, las moléculas de fullereno no son tan estables

como se pensaba. Los pentágonos que son agregados a la estructura hexagonal para hacerla esferoideal son puntos extremadamente susceptibles al ataque químico. Por ejemplo, a diferencia del grafito hexagonal, reaccionan ávidamente con oxígeno a temperaturas tan bajas como 250 °C. Su reactividad es acrecentada por la radiación ultravioleta y visible que hace que los dobles enlaces sean químicamente más activos. Como consecuencia, la radiación de mayor energía emitida por elementos radiactivos hará que el encapsulamiento en fullerenos sea extremadamente reactivo e inestable. Es por lo tanto evidente que el encapsulamiento en fullerenos de elementos radiactivos no es un método de almacenamiento perdurable.

En lo que respecta al tratamiento de combustibles nucleares, es usual en los reactores de potencia refrigerados por agua envainar al combustible en tubos de Zircaloy, dado que es necesario evitar que partículas del material nuclear o de sus productos de fisión circulen por el circuito primario, no sólo por la radiactividad del mismo sino también por la corrosión química que producirían.

Se han diseñado y construido reactores refrigerados con gas en donde el combustible nuclear está encapsulado en grafito, con cápsulas de diámetros del orden de décimas de milímetro, dispersadas un gran número de ellas en una matriz de grafito formando esferas de pocos centímetros de diámetro. Se han obtenido resultados bastante satisfactorios. Sin embargo, debido al tamaño, imperfecciones de las cápsulas y grandes diferencias de temperatura entre el seno y los

bordes, terminan traduciéndose en degradación de las cápsulas y problemas de pérdidas de productos de fisión. La presente invención supera tales limitaciones debido fundamentalmente al menor tamaño y mayor perfección de las cápsulas.

Por último, hay procedimientos para encapsular otros materiales, no radiactivos. Como ejemplo, se pueden citar: 'Single Crystal Metals Encapsulated in Carbon Nanoparticles' RUOFF Rodney y otros, Science 259, 346-348 (1993); 'Lanthanum carbide (LaC₂) Encapsulated in Graphite Nano-Particles', TOMITA M., SAITO Y. & HAYASHI T. Jpn. J. Appl. Phys. 32, L280-L282, Part 2, No. 2B (1993); 'Controlled-size nanocapsules' DRAVID Vinayak y otros, Nature 374, 602 (1995). Todos estos procedimientos se refieren a encapsular partículas no radiactivas, cuya problemática es muy diferente al encapsulamiento de materiales radiactivos, fundamentalmente debido a la manipulación de estos últimos y donde las cápsulas están sometidas a la radiación del propio material. Si bien los objetivos de estos procedimientos son diferentes a los de la presente invención, algunas de las técnicas utilizadas en las primeras han servido de base para esta última.

BREVE DESCRIPCION DE LA PRESENTE INVENCION

El producto nuclear de la presente invención, formado por material radiactivo encapsulado en carbón, está caracterizado porque las cápsulas que conforman dicho producto tienen dimensiones comprendidas entre las unidades y centenas de nanómetros, en las cuales el carbón muestra una forma cerrada de más de una capa de

estructura grafitica cuya estabilidad frente a agentes químicos y bajo radiación corresponde con la del grafito.

Las partículas con estas estructuras grafiticas en capas cerradas y con muy pocos defectos, sin nada en su interior, se denominan fullerenos gigantes concéntricos, cebollas, poliedros, etc.

El material radiactivo tanto puede ser un residuo nuclear, como un material radiactivo destinado a servir como fuente de radiación gamma, un material radiactivo destinado a servir como elemento combustible de reactores nucleares, etc.

El método para producir el citado material, en su forma más general, está caracterizado por comprender las siguientes etapas:

- a) generar vapores del material radiactivo y vapores de carbono en un ambiente de gas inerte;
- b) permitir la condensación de los vapores generados hasta obtener un hollín conformado por las citadas cápsulas que conforman dicho producto, y derivados metálicos y carbonosos;
- c) someter al hollín obtenido en la etapa b) a un proceso de separación de los derivados metálicos obteniendo un hollín purificado;
- d) someter al hollín purificado obtenido en la etapa c) a un proceso de separación de los derivados carbonosos, obteniendo las citadas cápsulas que conforman el producto nuclear.

VENTAJAS Y OBJETIVOS DE LA PRESENTE INVENCION

Tanto la reconocida estabilidad de metales encapsulados en nanopartículas, como las experiencias exitosas de los combustibles

nucleares para reactores refrigerados por gas formados por cápsulas de carbono, han estimulado a los autores a buscar un producto equivalente a esos combustibles nucleares pero en cápsulas mil o más veces menores en diámetros, que soportará el proceso de decaimiento nuclear sin una degradación notable, asegurando que los materiales nucleares permanezcan inmovilizados, y admitiendo parámetros ambientales más severos.

Es también seguro que el encapsulamiento en nanopartículas de carbón puede ser llevado a cabo en gran escala, ya que así se puede esperar en función de las experiencias citadas por la bibliografía para el encapsulamiento de otros materiales.

En el caso de los materiales nucleares, es evidente que es necesario separar el material que no haya sido encapsulado totalmente. Las etapas desarrolladas para la separación resultaron ser simples y eficaces, y las etapas desarrolladas para la producción de las partículas llevan a un buen rendimiento (producto final en relación al hollín total obtenido).

Es, por lo tanto, un objetivo de la presente invención, un producto nuclear formado por material radiactivo encapsulado en carbón, capaz de ser almacenado por largos períodos de tiempo y que presente propiedades químicas perdurables similares a las del grafito.

Es otro objetivo de la presente invención, un producto nuclear formado por material radiactivo encapsulado en carbón, capaz de ser manipulado en condiciones seguras ya que, sin perder el material

nuclear sus propiedades físicas, tiene la inercia química propia del grafito, aún a temperaturas elevadas y bajo la radiación del propio material encapsulado.

Es un último objetivo de la presente invención, un procedimiento y sus variantes para producir dicho producto, que permite obtenerlo en forma industrial y con alto rendimiento.

DESCRIPCION DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

Mientras que los fullerenos, citados en relación al arte previo, tienen una estructura que presenta tanto exágonos como pentágonos, las cápsulas de la presente invención presentan formaciones de más de una capa de planos basales del grafito. Estas formaciones encierran completamente la partícula de material radiactivo ya sea por el curvado de las capas o por configuraciones poliédricas concéntricas.

Resulta así, entonces, que debido a la alta resistencia intrínseca de las capas envolventes de grafito, las partículas quedarán atrapadas dentro de estas estructuras concéntricas. Se pueden utilizar así materiales que son simultáneamente radiactivos y tóxicos, manteniéndose para el producto la radiactividad, pero evitando sus efectos tóxicos. Probablemente, el elemento radiactivo más importante a ser encapsulado es el plutonio y derivados de éste.

Se ha ensayado el encapsulado de distintos materiales nucleares, tanto en sus formas metálica, como formando óxidos y carburos. En todos los casos, las propiedades químicas corresponden al grafito.

Algunos ensayos, del comportamiento a muy largo plazo, realizados

en forma acelerada (en condiciones ambientales más severas que las reales), no están completos aún.

En cuanto al procedimiento para obtener este producto, ya descrito en su forma más general, presenta numerosas variantes, algunas de las cuales se describen a continuación.

Las etapas a), generar vapores del material radiactivo y vapores de carbono en un ambiente de gas inerte, y b), permitir la condensación de los vapores generados para obtener un hollín conformado por las citadas cápsulas que conforman dicho producto, y derivados metálicos y carbonosos, presenta las siguientes variantes principales:

Variante 1: en la etapa a) se conforma una barra de carbono cilíndrica hueca, en cuyo interior se introduce el material radiactivo, único o mixto, en forma metálica, de óxido u otros compuestos; y luego se produce un arco eléctrico siendo el ánodo la barra del paso anterior y el cátodo un electrodo de grafito; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, fundamentalmente en el cátodo.

Variante 2: en la etapa a) se hornea una barra cilíndrica con polvo de carbón y polvo del material radiactivo, único o mixto, en forma metálica, de óxido u otros compuestos; y luego se produce un arco eléctrico siendo el ánodo la barra del paso anterior y el cátodo un electrodo de grafito; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, fundamentalmente en el cátodo.

Variante 3: en la etapa a) se coloca en el interior de un crisol de

carbón material radiactivo, único o mixto, en forma metálica, de óxido u otros compuestos; y luego se produce un arco eléctrico siendo el ánodo el crisol del paso anterior y el cátodo un electrodo metálico, tal como de tungsteno, ubicado sobre el centro del crisol; se sopla el arco con una fuerte corriente de dicho gas inerte proveniente de una boquilla sustancialmente horizontal, hasta que el plasma del arco eléctrico llegue a entrar en contacto con el borde del crisol de carbón; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, en la misma corriente de gas inerte.

Variante 4: en la etapa a) se coloca en el interior de un crisol refrigerado el material radiactivo; luego se coloca enfrente de la superficie superior del material radiactivo un electrodo de carbón; y finalmente se produce un arco eléctrico aplicando tensión alterna entre el electrodo de carbón y el material radiactivo; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, en la atmósfera de gas inerte.

Variante 5: en la etapa a) se coloca en un crisol refrigerado el material radiactivo, luego se coloca enfrente de la superficie superior del material radiactivo un electrodo de carbón; y luego se produce un arco eléctrico aplicando tensión alterna entre el electrodo de carbón y el material radiactivo; se sopla al centro del arco con una fuerte corriente de dicho gas inerte proveniente de una boquilla sustancialmente horizontal; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores en la misma corriente de gas inerte.

La etapa c), someter al hollín obtenido en la etapa b) a un

proceso de separación de los derivados metálicos no encapsulados, puede ser realizada de alguna de las siguientes dos maneras:

Variante 1: en la etapa c) se sumerge el hollín obtenido en la etapa b) en uno o más reactivos químicos hasta disolver los derivados metálicos no encapsulados; y luego se lava, se filtra y se seca, para obtener un hollín purificado que contiene las cápsulas que conforman dicho producto y derivados carbonosos.

Variante 2: en la etapa c) se sumerge el hollín obtenido en la etapa b) en uno o más reactivos químicos hasta disolver los derivados metálicos no encapsulados; y luego se lava y se decanta, eliminando el sobrenadante, sucesivas veces; y se seca para obtener un hollín purificado que contiene las cápsulas que conforman dicho producto y derivados carbonosos.

La etapa d), someter al hollín purificado obtenido en la etapa c) a un proceso de separación de los derivados carbonosos de las citadas cápsulas que conforman el producto nuclear puede ser realizado de dos maneras:

Variante 1: en la etapa d) se sumerge el hollín purificado en la etapa c) en un líquido solvente de densidad mayor que la del grafito; se decanta y se elimina el sobrenadante, se seca y se obtienen las cápsulas que conforman dicho producto.

Variante 2: en la etapa d) se realiza un combustionado selectivo, obteniéndose como residuo no combusto las cápsulas separadas que conforman dicho producto.

Se han descripto así ejemplos de realización del producto

nuclear formado por material radiactivo encapsulado en carbon y el método para obtenerlo, objetos de la presente invención, estando el alcance de protección de la presente patente de invención definido, fundamentalmente, por las cláusulas reivindicatorias que siguen a continuación.

R E I V I N D I C A C I O N E S

Habiéndose descripto la naturaleza y el objeto principal de la presente invención, así como la manera en que la misma puede ser llevada a la práctica, se declara reivindicar como de propiedad y de derecho exclusivos:

1.- PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIOACTIVO ENCAPSULADO EN CARBON, caracterizado porque las cápsulas que conforman dicho producto tienen dimensiones comprendidas entre las unidades y centenas de nanómetros, en las cuales el carbono está ordenado en formas cerradas de más de una capa de estructura grafitica cuya estabilidad frente a agentes químicos externos y bajo radiación de dicho material radiactivo corresponde con la del grafito.

2.- PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIOACTIVO ENCAPSULADO EN CARBON, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque dicho material radiactivo es un residuo nuclear.

3.- PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIOACTIVO ENCAPSULADO EN CARBON, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque dicho material radiactivo está destinado a servir como fuente de radiación gamma.

4.- PRODUCTO NUCLEAR NANOMETRICO FORMADO POR MATERIAL RADIOACTIVO ENCAPSULADO EN CARBON, tal como reivindicado en 1, caracterizado porque dicho material radiactivo está destinado a servir como elemento combustible de reactores nucleares.

5.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1,

caracterizado por comprender las siguientes etapas:

- a) generar vapores del material radiactivo y vapores de carbono en un ambiente de gas inerte;
- b) permitir la condensación de los vapores generados hasta obtener un hollín conformado por las citadas cápsulas que conforman dicho producto, y derivados metálicos y carbonosos;
- c) someter al hollín obtenido en la etapa b) a un proceso de separación de los derivados metálicos obteniendo un hollín purificado;
- d) someter al hollín purificado obtenido en la etapa c) a un proceso de separación de los derivados carbonosos, obteniendo las citadas cápsulas que conforman el producto nuclear.

6.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa a) en un primer paso se conforma una barra de carbon cilíndrica hueca, en cuyo interior se introduce el material radiactivo; y luego en un segundo paso se produce un arco eléctrico siendo el ánodo la barra del primer paso y el cátodo un electrodo de grafito; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, fundamentalmente en el cátodo.

7.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa a) en un primer paso se hornea una barra cilíndrica con polvo de carbón y polvo del material radiactivo; y luego en un segundo paso se produce un arco eléctrico siendo el ánodo la barra del primer paso y el cátodo un

electrodo de grafito; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, fundamentalmente en el cátodo.

8.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa a) en un primer paso se coloca en el interior de un crisol de carbón material radiactivo; y luego en un segundo paso se produce un arco eléctrico siendo el ánodo el crisol del primer paso y el cátodo un electrodo metálico, tal como de tungsteno, ubicado sobre el centro del crisol; se sopla el arco con una fuerte corriente de dicho gas inerte proveniente de una boquilla sustancialmente horizontal, hasta que el plasma del arco eléctrico llegue a entrar en contacto con el borde del crisol de carbón; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, en la misma corriente de gas inerte.

9.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa a) en un primer paso se coloca en el interior de un crisol refrigerado el material radiactivo y enfrente de la superficie superior del material radiactivo un electrodo de carbón; y en un segundo paso se produce un arco eléctrico aplicando tensión alterna entre el electrodo de carbón y el material radiactivo; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores, en la atmósfera de gas inerte.

10.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa a) en un primer paso se coloca en un crisol refrigerado el material radiactivo, y enfrente de la superficie superior del material

radiactivo un electrodo de carbón; y en un segundo paso se produce un arco eléctrico aplicando tensión alterna entre el electrodo de carbón y el material radiactivo, soplandose al centro del arco con una fuerte corriente de dicho gas inerte proveniente de una boquilla sustancialmente horizontal; y en la etapa b) se permite la condensación de dichos vapores en la misma corriente de gas inerte.

11.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa c) se sumerge el hollín obtenido en la etapa b) en uno o más reactivos químicos hasta disolver los derivados metálicos no encapsulados; y luego se lava, se filtra y se seca, para obtener un hollín purificado que contiene las cápsulas que conforman dicho producto y derivados carbonosos.

11.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa c) se sumerge el hollín obtenido en la etapa b) en uno o más reactivos químicos hasta disolver los derivados metálicos no encapsulados; y luego se lava y se decanta, eliminando el sobrenadante, sucesivas veces; y se seca para obtener un hollín purificado que contiene las cápsulas que conforman dicho producto y derivados carbonosos.

12.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa d) se sumerge el hollín purificado en la etapa c) en un líquido solvente de densidad mayor que la del grafito; se decanta y se elimina el sobrenadante, se seca y se obtienen las cápsulas que conforman dicho

producto.

13.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque en la etapa d) se realiza un combustionado selectivo, obteniéndose como residuo no combusto las cápsulas separadas que conforman dicho producto.

14.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque el material radiactivo de la etapa a) está en forma metálica.

15.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque el material radiactivo de la etapa a) está en forma de óxidos.

16.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque el material radiactivo de la etapa a) está en forma de compuestos.

17.- METODO PARA OBTENER EL PRODUCTO de la reivindicación 1, tal como reivindicado en 5, caracterizado porque el material radiactivo de la etapa a) está en una forma mixta que incluye al menos dos de las formas: metálica, de óxidos y de compuestos.

Pablo L. Dulfano
Agte. Matr. No. 806
p/los autores.