

1444100



Int. Cl.: C22B; G34C

MEMORIA DESCRIPTIVA

correspondiente a la solicitud de una

PATENTE DE INVENCION

Solicitante: JERSEY NUCLEAR-AVCO ISOTOPES, INC.

Residencia: 777-106th Avenue Northeast, C-00777 BELLEVUE,  
Washington 98009, Estados Unidos.

Prioridad: de la solicitud de patente estadounidense  
Nº 538.881 del 6 de Enero de 1975.

Enunciado: "FUENTE DE VAPOR PARA MATERIAL QUE TIENE UNA  
ELEVADA TEMPERATURA DE EVAPORACION "



1

AMBITO DEL INVENTO

El invento se refiere a fuentes de vapor y en particular a una fuente de vapor de haz electrónico que incluye una matriz flotante en el metal fundido que se evapora .

5

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Para efectuar el enriquecimiento por medio de radiaciones laser, según se describe en la Patente de los Estados Unidos No. 3.772.519 y en la solicitud de Patente de los Estados Unidos No. de Serie 328.954 del 2 de febrero de 1.973 y en la solicitud de Patente No. de serie 469.407, del 13 de mayo de 1,974 (incorporadas aquí a título de referencia), se utiliza típicamente una circulación de vapor de uranio producida por técnicas de haz electrónico, como ambiente al cual se aplica una radiación laser isotópicamente selectiva para producir la excitación de un tipo de isótopo deseado. Finalmente, en estas técnicas se consiguen la ionización del tipo de isotopo y la recogida separada del mismo basándose en la carga ionizada.

10

La fuente de vapor de haz electrónico tiene la ventaja de limitar la vaporización a un punto o a una línea a lo largo de la superficie de un baño de uranio fundido típicamente contenido en un crisol. Ya que en el estado actual de las técnicas de haces electrónicos se desea obtener un elevado rendimiento con un reducido consumo de energía, así como elevadas velocidades de circulación del evaporante, se ha sugerido añadir un material al baño de uranio fundido para impedir la circulación de las corrientes de convección que normalmente se forman en el metal fundido. Dicha barrera de impedancia es muy ventajosa porque reduce la pérdida térmica debida a la convección.

20

25

BREVE RESUMEN DEL INVENTO

30

En un modo de realización preferido del invento, se



1 describe un baño de metal fundido para fuente de vapor de haz elec  
trónico, en el cual una matriz aplicada al metal fundido para im-  
pedir la circulación del evaporante licuado, consiste en un mate-  
5 rial que tiene una densidad inferior a la del evaporante de modo  
que flote en la superficie del mismo y se extienda debajo de la  
superficie a una distancia predeterminada sustancialmente inferior  
a la proximidad del baño del metal fundido. De este modo, es po-  
sible, no solamente impedir la circulación de corrientes de con-  
vección y mejorar mucho el rendimiento de la evaporación en la ve-  
10 locidad de la circulación del vapor sino permitir el funcionamien-  
to en una gama de niveles de metal fundido antes de que la matriz  
empieza a "secarse" lo que se produce cuando toca el fondo del cri-  
sol.

En una aplicación particular al enriquecimiento del u-  
15 ranio, un baño de metal fundido que consiste en un evaporante a  
base de uranio y una matriz de tántalo específicamente dimensio-  
nada, proporciona la ventaja de una barrera a la circulación del  
calor por convección permitiendo al mismo tiempo un agotamiento  
sustancial del evaporante a base de uranio mediante elevadas velo-  
20 cidades de evaporación antes de que se necesite reponer el uranio.

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Estas características, así como otras características  
del invento se describirán más claramente en la siguiente descrip-  
ción detallada de un modo de realización preferido y en los dibu-  
25 jos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una vista esquemática en sección del a-  
parato de enriquecimiento de uranio en el cual el invento es útil;

La figura 2 es una vista ilustrativa, parcialmente en  
sección, de una fuente de evaporación de haz electrónico que uti-  
30 liza el invento; y



1 Las figuras 3A-3B son respectivamente unas vistas por encima y en sección del baño de metal fundido de evaporación de acuerdo con un primer experimento que ilustra el invento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MODO DE REALIZACIÓN PREFERIDO

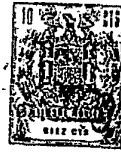
5 El invento está relacionado con un baño de metal fundido para fuente de evaporación de haz electrónico que tiene una matriz de características particulares, no solamente para impedir la circulación de las corrientes de convección en el metal fundido sino, mediante flotación en la superficie, para proporcionar  
10 una amplia gama de niveles del metal fundido en la cual el uranio puede ser evaporado de manera satisfactoria a partir del baño de metal fundido por el haz electrónico antes de que la matriz se "seque". En el modo de realización preferido, la matriz tiene una configuración geométrica y se fabrica a partir de un material  
15 que tiene una densidad inferior a la del evaporante en un grado tal que la estructura de la matriz pueda flotar sobre la superficie del metal fundido sin sobresalir encima de la misma de manera excesiva. Se elige para matriz una estructura tal que mantenga generalmente en la superficie una barrera de convección eficaz,  
20 permitiendo al mismo tiempo el desplazamiento más lento de corrientes debidas al efecto de mecha para reponer el evaporante en la superficie. Se entenderá sin embargo que puede utilizarse también para la matriz una forma estructurada no rígida. La naturaleza real del invento podrá entenderse haciendo referencia a los  
25 dibujos .

En la figura 1, se representa de manera esquemática y en sección una sola cámara 12 para aparato de enriquecimiento la ser de acuerdo con las técnicas descritas en la Patente de los Estados Unidos 3.772.519 y en la solicitud de Patente de los Estados Unidos No. 328.954 del 2 de febrero de 1.973 así como en  
30



1 la solicitud de Patente No. de serie 469.407 del 13 de mayo de  
1.974 mencionadas más arriba . Se hace el vacío en la cámara 12  
por medio de un sistema de vacío 14 con el objeto de mantener  
una presión baja de aproximadamente  $10^{-5}$  torr, en la región si-  
5 tuada encima de una fuente de vapor de uranio 16. La fuente de  
vapor 16 que se representa incluye un crisol 18 dotado de una  
multiplicidad de orificios 20 para conducir el agua de refrige-  
ración y contiene un metal fundido 22 que incluye el evaporante a  
base de uranio. Se aplica un haz electrónico a partir de un fi-  
10 lamento 24 alrededor de un ánodo 26 a la superficie del baño de  
metal fundido 22 con el objeto de producir un calentamiento local  
a lo largo de una línea de la superficie. El uranio vaporizado  
se dilata radialmente encima de un baño de metal fundido 22 en  
un separador iónico 28 que puede ser del tipo descrito en la Pa-  
15 tente o en la solicitudes de Patente de los Estados Unidos men-  
cionadas más arriba, y que recibe una radiación laser finamente  
sintonizada para producir la excitación isotópicamente selectiva,  
en particular del isótopo U-235 contenido en el vapor de uranio,  
y en el cual unos campos magnéticos y eléctricos cruzados proce-  
20 dentes de las bobinas 30 y de la fuente de tensión 32 producen la  
aceleración de las partículas ionizadas para que puedan ser reco-  
gidas separadamente en una superficie. Las bobinas 30 producen  
también el cambio magnético 34 que tiene una intensidad incluida  
aproximadamente entre 1 gauss y varios cientos de gauss, en la  
25 región del haz electrónico procedente del filamento 24 para con-  
centrar el gas sobre la superficie del metal fundido 22. Una  
fuente 36 de corriente de bobina proporciona la excitación eléc-  
trica de las bobinas 30.

El filamento 24 se calienta por medio de una fuente 40  
30 de corriente de calentamiento de filamento que tiene típicamente



1 una capacidad de 1.000 wátios, y la corriente del haz electróni  
co propiamente dicho procede de una fuente 42 que mantiene un po  
tencial de aproximadamente 30 Kv entre el filamento 24 y el cri  
sol 18.

5 Haciendo referencia a la figura 2, se representa de  
manera completa bajo la forma de una vista en perspectiva y en  
sección la fuente 16 de evaporación del haz electrónico. Según  
se ve aquí, el crisol 18 tiene una forma alargada en el sentido  
longitudinal del filamento 24. El filamento 44 está soportado  
10 en una primera extremidad por un montante 34 y el ánodo 26 está  
soportado por un montante 46 . Unos montantes similares está dis  
puestos en las extremidades opuestas del filamento 24 y del áno  
do 26 para soportarlos y tensarlos.

Según se representa en las figuras 1 y 2, el baño de  
15 metal fundido 22 consiste en una fuente de suministro de uranio  
48 y una estructura de matriz o masa 50 que flota sobre la super  
ficie del metal fundido 22, estando la parte superior de la estruc  
tura 50 descubierta de manera relativamente ligera encima del me  
tal fundido 22. Como puede verse en las figuras 1 y 2, un volu  
20 men importante de uranio metálico está dispuesto debajo de la ma  
triz 50 en el baño de metal fundido 22 para permitir la evapora  
ción de una gran cantidad de uranio antes de que la estructura  
de matriz 50 toque fondo en el crisol 18, y antes de que la fuen  
te de suministro de uranio 48 deje de ser suficiente para alcan  
25 zar la parte superior de la estructura 50. Entre los límites  
que corresponden al crisol lleno y al crisol casi vacío de ura  
nio de esta manera, la fuente de evaporación puede funcionar de  
manera adecuada. Un dispositivo de alimentación automático con  
uranio puede ser utilizado para repostar el crisol con uranio 48  
30 después de gastar una cantidad predeterminada del uranio de ali-



1     mentación. Puede utilizarse un dispositivo de pesado u otro dis  
positivo de detección para supervisar automáticamente esta condi  
ción y activar el dispositivo de alimentación con uranio.

5             En un modo de realización preferido que se describe  
a título de ejemplo, el material de la estructura de matriz 50  
está constituido por tántalo el cual tiene la ventaja deseada de  
presentar una densidad un poco inferior a la del uranio fundido,  
así como una presión de vapor sustancialmente inferior que hace  
que en el vapor de uranio aparecen unos porcentajes insignifican  
10     tes de tántalo. La diferencia de densidad entre el uranio y el  
tántalo permite que el uranio trabaje muy cerca de la superficie  
de la estructura de matriz 50. En este caso, es posible que una  
cierta cantidad de tántalo de la estructura 50 se mezcle en el  
punto de impacto del haz electrónico creando una ligera depresión  
15     en la estructura en este punto para exponer a la evaporación el  
uranio líquido relativamente puro.

           Las corrientes de convección en la fuente de evapora  
ción descrita circulan típicamente hacia el exterior en la super  
ficie y hacia el interior debajo de la misma. Por tanto, la pre  
20     sencia de una barrera de circulación en la superficie es eficaz  
para bloquear las pérdidas térmicas por medio de este mecanismo  
en el punto de máxima transferencia del calor de convección.

           El baño de metal fundido inicial 22 puede ser obteni  
do situando una cantidad suficiente de barras o de trozos de ura  
nio encima de la estructura de matriz de tántalo 50 en el fondo  
25     del crisol 18 y fundiendo el uranio a través de la estructura de  
matriz 50 para formar un charco de uranio fundido en la mayor  
parte del volumen del baño 22, flotando en la superficie la es  
trutura de matriz 50. La presencia de la estructura de matriz  
30     50 en el punto de calentamiento a partir del haz electrónico 25



1 para impedir la circulación de las corrientes de convección hacia  
las paredes del crisol 18 da lugar a un importante incremento del  
rendimiento de la evaporación y de la velocidad de circulación  
del vapor. La limitación de las corrientes de convección dará lu  
5 gar a la solidificación de una cierta cantidad de uranio del ba-  
ño 22 cerca de las paredes del crisol 18 lo que limita la corro-  
sión del crisol.

La forma de la estructura de matriz 50 puede ser cual  
quiera, maciza u otra, que sea capaz de proporcionar una impedan  
10 cia suficiente a la circulación de convección manteniendo al mis-  
mo tiempo o facilitando el efecto de mecha relativamente más len-  
to o las corrientes de reposición del uranio en la región de la  
matriz 50 para permitir la evaporación a partir de la superficie.  
En un experimento del concepto del invento que se ilustra en las  
15 figuras 3A y 3B, la estructura de matriz consistía en una cinta  
de tántalo 52 perforada y enrollada en forma de espiral, con una  
anchura o profundidad de 2,5 cm en la vista por encima de la fi-  
gura 3A, y con un espesor de aproximadamente 0,5 mm . La matriz  
de tántalo 52 estaba situada en un crisol circular 54 con unas  
20 barras de uranio encima y se concentró un solo haz electrónico  
56 en el centro del crisol para fundir el uranio a través de la  
matriz 52 en el fondo del crisol. Durante el funcionamiento, el  
haz electrónico 56 fundió las porciones expuestas de la matriz  
de tántalo 52 en el punto de impacto para crear una depresión  
25 que se ilustra en la región 58 (figura 3B) descubriendo el ura-  
nio en la superficie en este punto para obtener una evaporación  
eficaz . No parece que el tántalo forme sobre el uranio una  
piel capaz de impedir la vaporización del uranio sino que fluye  
en los bordes hasta la estructura 52. La forma resultante que  
30 se ilustra en la figura 3B, con una depresión hacia el centro de



1 lamatriz 52 permitió obtener un sustancial incremento de la vapo  
rización del uranio con relación a una fuente de vapor similar  
con la matriz 52.

5 Ya que la presión de vapor del tántalo es aproximada  
mente inferior en tres órdenes de magnitud a la del uranio, gene  
ralmente se inhibe la vaporización del metal tántalo como lo con  
firma el análisis espectométrico del vapor resultante del experi  
mento.

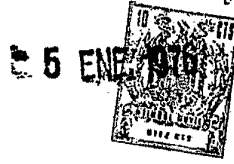
10 Mientras que la matriz experimental 52 de la figura  
3B se prolonga hasta el fondo del crisol, es preferible que no  
sea así. En esta forma preferida, y según puede verse en la es  
tructura ilustrada en las figuras 3A y 3B utilizada para el ex  
perimento descrito más arriba, un volumen sustancial del uranio  
puede evaporarse a partir del crisol 54 antes de que la matriz 52  
15 alcance el fondo del crisol 54 y deje de flotar en la superficie.  
Debido al ángulo de convergencia relativamente estrecho del haz  
electrónico 56, es posible mantener una concentración del haz  
electrónico relativamente buena a una distancia sustancial, lo  
que asegura que la pérdida de vaporización eficaz a partir del  
20 haz electrónico no es importante en esta gama.

Se entiende que partiendo del modo de realización pre  
ferido del invento que se describe más arriba, pueden efectuarse  
modificaciones y variantes en el mismo sin salirse del espíritu  
del invento tal como está definido en las reivindicaciones que  
25 siguen.

En resumen, la presente Patente de invención que se  
solicita deberá recaer en las siguientes:

REIVINDICACIONES

30 1.) Fuente de vapor para material que tiene una eleva  
da temperatura de evaporación, que incluye:



1 un crisol;  
un baño de metal fundido en el interior de dicho crisol que incluye:

5 una fuente de suministro del material que ha de ser vaporizado; y

una matriz de un material que tiene una densidad inferior a la densidad de dicho material que ha de ser vaporizado y que incluye dicho material que ha de ser vaporizado en el interior de los intersticios de la matriz; y

10 un dispositivo para calentar la superficie del baño de metal fundido con el objeto de licuar una parte de dicho material que ha de ser vaporizado y para obtener su vaporización.

2.) Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracterizada porque el material que forma dicha matriz tiene una presión de vapor sustancialmente inferior a la presión de vapor del material que ha de ser vaporizado a su temperatura de vaporización.

3 .)Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracterizada porque el material que ha de ser vaporizado incluye un elemento elemental y porque el material de la matriz incluye tántalo.

4 .)Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracterizada porque dicha matriz incluye una cinta perforada enrollada en forma de espiral hecha con el material que constituye la matriz.

25 5.) Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho dispositivo de calentamiento incluye un dispositivo para aplicar un haz electrónico a la superficie de dicho baño de metal fundido con una intensidad suficiente para vaporizar el material que ha de ser vaporizado.

30 6.) Fuente de vapor según la reivindicación 5, caract



1 terizada porque dicha matriz tiene una depresión en la región de  
impacto del haz electrónico.

5 7.) Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracte-  
terizada porque dicho crisol tiene la forma de una cubeta alar-  
gada.

8 .) Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracte-  
terizada porque además incluye un dispositivo para separar los  
isotopos contenidos en el material vaporizado.

10 9 .) Fuente de vapor según la reivindicación 8, caracte-  
terizada porque el material vaporizado incluye uranio y dicho  
dispositivo para separar los isotopos incluye:

un dispositivo para producir la ionización isotópica  
mente selectiva de las partículas de uranio de un tipo de isoto-  
po incluido en el vapor; y

15 un dispositivo para acelerar las partículas ionizadas  
contenidas en el vapor.

20 10.) Fuente de vapor según la reivindicación 9, caracte-  
terizada porque dicho dispositivo para producir la ionización  
isotópicamente selectiva incluye un dispositivo laser para pro-  
ducir una fotoexcitación isotópicamente selectiva.

11.) Fuente de vapor según la reivindicación 10, caracte-  
terizada porque dicho dispositivo de aceleración incluye unos me-  
dios para aplicar fuerzas magnetohidrodinámicas a las partículas  
ionizadas.

25 12.) Fuente de vapor según la reivindicación 1, caracte-  
terizada porque dicha matriz se extiende tan solamente un poco  
por encima de la superficie de dicho baño de metal fundido para  
impedir la circulación hacia el exterior de las corrientes de  
convexión superficiales en el baño de metal fundido .

30 13.) Fuente de vapor para producir una circulación de



1 vapor de uranio en expansión, que incluye:

un recipiente del tipo de crisol refrigerado por agua;

un baño de metal fundido en el interior de dicho crisol refrigerado por agua y que incluye una matriz de un material que tiene una densidad inferior a la del uranio y una fuente de suministro de uranio contenida en el interior de dicha matriz;

5 un dispositivo para aplicar un haz electrónico a la superficie de dicho baño de metal fundido con el objeto de producir la licuación y la vaporización de una parte del uranio contenido en dicha matriz, inhibiendo dicha matriz la circulación de corriente de convección en el uranio fundido con el objeto de mejorar el rendimiento de la vaporización ;

un dispositivo para producir la ionización isotópicamente selectiva del vapor de uranio en expansión; y

15 un dispositivo para recoger por separado las partículas de uranio ionizadas en dicho vapor en expansión.

14.) Fuente de vapor según la reivindicación 13, caracterizada porque el material de la matriz incluye tántalo.

15.) Fuente de vapor según la reivindicación 13, caracterizada porque dicha matriz está provista de una depresión en la región de impacto del haz electrónico.

16.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:

25 " FUENTE DE VAPOR PARA MATERIAL QUE TIENE UNA ELEVADA TEMPERATURA DE EVAPORACION ".

30



Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente Memoria Descriptiva que consta de trece páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid, 5 de Enero de 1976

5

BERNARDO UNGRIA  
P.P.

A large, stylized handwritten signature in dark ink, written over the typed name and initials.

A small, handwritten mark or signature in the bottom left corner of the page.

