



**PATENTE DE INVENCION**

10 ES	11 NUMERO 433.342	10 A 1
21	22 FECHA DE PRESENTACION 26-12-74	

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 428.660	27-12-73	ESTADOS UNIDOS

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL B03C//B01D	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION UN METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA CAMBIAR LA DIRECCION DE LA CIRCULACION DE LAS PARTICULAS SELECTIVAMENTE IONIZADAS.
---

71 SOLICITANTE (S) JERSEY NUCLEAR-AVCO ISOTOPES, INC.
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE c/o EXXON NUCLEAR CO., 777 106th Avenue Northeast, BELLEVUE, Washington 98004 Estados Unidos.
--

72 INVENTOR (ES) HAROLD K. FORSEN, de nacionalidad estadounidense, el cual ha cedido sus derechos a la entidad solicitante.
--

73 TITULAR (ES)
-----------------

74 REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU
---

20 OCT. 1976

**CONCEDIDA**

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

En un sistema para separación de isótopos en el cual se crea un plasma de iones de un tipo de isótopos, un método y un aparato para extraer magnéticamente los iones procedentes del plasma sin mermar la selectividad y la eficacia de la ionización. Se aplica energía radiante a un flujo de partículas de varios tipos de isótopos, para excitar e ionizar selectivamente los iones por lo menos de un tipo de isótopo sin producir la ionización correspondiente de las partículas de otros tipos de isótopos. Se aplica un campo magnético para desviar los iones del tipo de isótopo en cuestión en grado suficiente para permitir la recogida separada de aquellos iones sin las demás partículas que constituyen el flujo. El sistema según el invento satisface a la vez los requisitos de un campo magnético elevado para proporcionar una desviación suficiente antes de los intercambios de carga, y el requisito de un campo magnético limitado para impedir las interferencias con el proceso selectivo de ionización debido al efecto de ensanchamiento de Zeeman de las líneas de absorción de los isótopos.

AMBITO DEL INVENTO

El invento se refiere a la separación de isótopos y en particular a un sistema para la separación magnética de isótopos ionizados selectivamente.

ANTECEDENTES DEL INVENTO

Una nueva técnica de enriquecimiento del uranio, en particular el enriquecimiento del isótopo  $U_{235}$ , se representa en la Solicitud de Patente copendiente n° de serie 25.605, del 25 de Marzo de 1970, y en la Patente francesa correspondiente n° 71.14007, del 10 de Enero de 1971,

que se incorporan aquí a título de referencia. El sistema descrito en estas Patentes funciona mediante la generación de un vapor de uranio metálico que se expande bajo la forma de un flujo de partículas predeterminado. Se ioniza selectivamente el isótopo  $U_{235}$  mediante aplicación de una radiación laser sintonizada con precisión en una banda estrecha para excitar e ionizar selectivamente solamente el isótopo  $U_{235}$  sin ionización sustancial del isótopo  $U_{238}$  u otros isótopos. Una vez ionizados, los iones del isótopo  $U_{235}$  se separan de los isótopos neutrales desviando su circulación mediante la aplicación de un campo eléctrico pulsado y de un campo magnético continuo que producen fuerzas magneto-hidrodinámicas de campo cruzado en los electrones y los iones. Las trayectorias diferentes de estos iones que resultan de la aceleración debida al campo cruzado permiten que sean recogidos aparte de los demás elementos constitutivos del flujo de vapor.

Si se desea utilizar solamente un campo magnético para separar las partículas selectivamente ionizadas del plasma, deben tenerse en cuenta otros factores para un esquema de enriquecimiento eficaz. En particular, se desea utilizar un flujo de vapor de alta densidad para aumentar la cantidad de partículas que se separan. El incremento de la densidad da lugar a una reducción del tiempo de intercambio de las cargas de las partículas selectivamente ionizadas lo cual a su vez da lugar a la necesidad de utilizar un campo más fuerte o más intenso con el objeto de desviar los iones que fluyen en un ángulo predeterminado antes de que pierdan su carga y se neutralicen hasta el punto que dejen de ser afectados por el campo magnético. Sin embargo, un campo

magnético intenso aumenta el efecto Zeeman es decir la división o el ensanchamiento de las líneas de absorción de cada isótopo reduciendo así el rendimiento o la selectividad de la excitación y de la ionización producidas por la radiación laser.

#### BREVE RESUMEN DEL INVENTO

De acuerdo con el invento, se presenta un sistema para asegurar la separación magnética de partículas selectivamente ionizadas de un tipo de isótopo en un ambiente de circulación de vapor de varios tipos de isótopos. Se utiliza solamente un campo de fuerza magnética para proporcionar una separación suficiente de las partículas de este tipo de isótopo ionizadas selectivamente a niveles de densidad de partículas relativamente elevados y sin pérdida sustancial de la selectividad de ionización debida al efecto Zeeman de división de las líneas de absorción de las partículas.

En un modo de realización particular del invento y en asociación con un sistema de enriquecimiento de uranio  $U_{235}$ , se dirige una circulación de vapor de uranio elemental en una región donde se aplica una radiación laser sintonizada en una banda estrecha repetidamente para proporcionar por lo menos una ionización selectiva en dos fases de energía del isótopo  $U_{235}$  en el flujo de vapor. Se aplica un campo magnético en la región del  $U_{235}$  ionizado, creando una fuerza de Lorentz sobre los iones en movimiento y dirigiéndolos hacia una pluralidad de placas de recolección situadas generalmente de manera paralela al flujo de vapor para permitir la recogida de las partículas de  $U_{235}$  en proporciones sustancialmente enriquecidas en comparación con la

concentración presente de manera general en la circulación de vapor. Para impedir el ensanchamiento de las líneas de absorción tanto del isótopo  $U_{235}$  como del isótopo  $U_{238}$  en la circulación de vapor debido al campo magnético aplicado y para permitir así una sustancial reducción de la selectividad de excitación y de ionización, se aplica el campo magnético preferentemente con una magnitud que varía en función del tiempo y que tiene una fase respecto a la aplicación repetitiva de la radiación laser tal que proporcione una fuerza de campo relativamente reducida y una división debida al efecto Zeeman correspondientemente reducida durante la excitación selectiva y la ionización de las partículas de  $U_{235}$ .

#### BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Estas características así como otras características del invento se describen más completamente en lo que sigue en una descripción detallada del modo de realización preferido, que se da a título ilustrativo y sin carácter limitativo, y en los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una representación diagramática de un aparato para la ionización y la separación selectiva de isótopos de acuerdo con el invento;

La figura 2 es un diagrama interno en sección de una parte de la figura 1, útil para explicar las consideraciones que conducen al invento;

La figura 3 es una representación diagramática modificada de una parte de la figura 2 que ilustra unas características del invento;

La figura 3A presenta una variante de la figura 3;

La figura 4 es un diagrama de forma de onda útil para explicar el invento;

La figura 5 es un diagrama electrónico en bloques del aparato asociado con el aparato de las figuras 1 y 3;

La figura 6 es una representación diagramática de unos medios para aplicar el campo magnético en el presente invento; y

La figura 7 es una representación modificada de los medios para aplicar el campo magnético en el presente invento.

DESCRIPCION DETALLADA DEL MODO DE REALIZACION PREFERIDO

El presente invento prevé la utilización de un campo magnético solo, que se aplica a un flujo de plasma de partículas de isótopos selectivamente ionizadas (átomos o moléculas), para separar los iones de este tipo de isótopos sin mermar la selectividad de ionización. Para entender el sistema según el invento, es útil estudiar el aparato con el cual está asociado para generar una circulación de vapor, la cual, en la aplicación preferida al enriquecimiento del uranio está constituida por átomos de uranio elementales y para proporcionar una ionización isotópicamente selectiva del isótopo  $U_{235}$  en el flujo de vapor.

A este efecto se hará referencia a la figura 1. Un sistema laser 12 tiene un haz de salida 14 de radiaciones laser procedente de un medio 16 capaz de generar radiaciones laser, típicamente una solución de colorante. El haz 14 se sintoniza en una frecuencia predeterminada que corresponde a una línea de absorción del isótopo  $U_{235}$  y se mantiene dentro de un ancho de banda estrecho, utilizando en caso de

necesidad un filtro patrón, para no excitar las partículas de  $U_{238}$  por medio de una línea de absorción adyacente. El medio de generación de radiaciones laser 16 en el sistema laser 12 tiene asociado con él un sistema de excitación 18 para obtener la inversión de población con el objeto de que el medio 16 genere radiaciones laser, un sistema de sintonización 20 que puede incluir componentes típicos de una calidad laser y un sistema de iniciación de impulsos laser 22 para iniciar cada impulso de salida de radiación laser en el haz 14. La duración de radiación en cada impulso del haz 14 puede variar típicamente desde algunos nanosegundos aproximadamente hasta una fracción notable de un microsegundo. Para realizar esta función laser, el sistema laser 12 puede estar constituido típicamente por uno de los lasers Dial-A-Line del Avco Everett Research Laboratory, Inc, Everett, Massachusetts, y además puede incluir una o varias etapas de amplificación.

Un segundo sistema laser 24, que puede ser similar al sistema 12 o puede incluir un laser que tiene una potencia de salida más elevada, proporciona un haz de salida 26 que se combina con el haz 14 en un espejo dicróico 28 o por medio de un prisma, para proporcionar un haz de salida compuesto 30, constituido por las radiaciones de ambos haces 14 y 26. Los impulsos de los haces 14 y 26 pueden aplicarse simultáneamente o secuencialmente a intervalos de tiempo repetidos mediante activación de los sistemas laser 16 y 24 a partir de un programador 32.

Las frecuencias de radiación de los haces laser 14 y 26 se eligen de tal manera que las partículas de  $U_{235}$  que han de ser ionizadas selectivamente sean excitadas en

primer lugar mediante interacción con fotones en el haz 14 en una línea de absorción de  $U_{235}$  precisa. Una línea de absorción apropiada se indica en la literatura conocida. A continuación, las partículas excitadas pueden ser ionizadas directamente mediante interacción con otro fotón en el haz 26 o pueden ser excitadas una o varias veces antes de su ionización. Cualquiera que sea el esquema de fases de energización utilizado para la ionización de las partículas de  $U_{235}$  de esta manera, es conveniente que la suma de las energías de fotones utilizadas rebase el potencial de ionización del  $U_{235}$ .

La ionización se realiza en el interior de una cámara 34 que se mantiene en estado de baja presión por medio de una bomba de vacío 36 y a la cual se aplica la radiación del haz 30 a través de una ventana 38 y de un tubo largo 40 para impedir la contaminación de la ventana 38. Mientras atraviesa la cámara 34, el haz 30 es dirigido a través de un separador de iones 42 y sale por un segundo tubo 44 a través de otra ventana 46. El haz 30 puede ser utilizado en una o varias cámaras suplementarias para obtener una utilización más completa de la energía del haz. En una aplicación típica, se genera un vapor de uranio elemental bajo la forma de una circulación que se expande a partir de una fuente de vapor 48 y este vapor es dirigido hacia el separador de iones 42 para realizar la separación del  $U_{235}$  ionizado selectivamente utilizando un campo magnético o fuerzas de Lorentz solamente. Para evitar el efecto Zeeman de separación, puede utilizarse una configuración específica o bien el campo magnético se genera preferentemente en un tiempo relacionado con los impulsos del haz laser 30 por

unas señales procedentes del programador 32 que se aplican a una fuente de corriente de campo magnético 50, la cual, a su vez, genera el campo magnético a través de las bobinas del separador 42, como se indicará más adelante. Haciendo referencia a la figura 2 pueden describirse otras características del aparato.

En la figura 2, la fuente de vapor 48 se representa como incluyendo un crisol 52 que tiene unos orificios de refrigeración 54 y que contiene una masa 56 de uranio elemental. Una fuente de haz electrónico 58, que puede incluir un filamento caldeado, proporciona un haz de electrones cargado de energía que se enfoca en la superficie de la masa de uranio 56 para proporcionar una vaporización local típicamente en una línea larga 60 o en una serie de puntos en el sentido de la longitud de la cubeta formada por el crisol 52. Un campo magnético 68 utilizado para enfocar el haz 62 puede ser también aplicado en la región del separador de iones 42 al cual se aplica la circulación de vapor que se expande radialmente a partir de la fuente lineal 60, o, en variante, pueden utilizarse campos separados y aislados. Un trayecto de campo 63 representado en la figura 1 puede ser utilizado para contener el campo de enfoque en la fuente de vapor y para aislar más completamente las dos regiones de campo. Puede emplearse un apantallamiento entre las dos regiones. El flujo de vapor penetra en el separador 42 entre una pluralidad de placas de recogida 64 situadas de manera generalmente paralela a la circulación de vapor en el interior del separador. Las placas de recogida 64 dividen el separador de iones en una pluralidad de cámaras 66.

El campo magnético 68 que puede ser utilizado para enfocar el haz electrónico 62, puede extenderse a través de la región de las cámaras 66. Generalmente, no se aplicará ninguna fuerza a las partículas de vapor neutrales en la circulación del vapor procedentes del campo magnético 68 hasta conseguir la ionización selectiva de las partículas de  $U_{235}$  por medio de la radiación laser. Es conveniente aplicar la radiación laser en una banda cilíndrica parcial 70 a través de la porción de la cámara 66 que recibe en primer lugar la circulación de vapor. Los iones creados en la región 70 estarán sometidos a una deflexión o cambio de dirección resultante de la fuerza de Lorentz en una curva típica 72 de radio determinado por la intensidad del campo 68. Las partículas neutrales seguirán su camino hacia una placa de recogida posterior 67.

Para estudiar la utilización de un sistema de este tipo para producir cantidades comerciales de uranio  $U_{235}$ , enriquecido, es importante obtener una densidad sustancial de partículas de uranio en el flujo de vapor dirigido hacia el separador 42, particularmente cuando las velocidades del vapor pueden ser relativamente bajas. Dichas elevadas densidades de partículas, sin embargo, tendrán el efecto de reducir la distancia de intercambio de cargas. La longitud del trayecto que las partículas ionizadas han de realizar antes de que se produzca una colisión de intercambio de electrones con una partícula neutral, generalmente una partícula de  $U_{238}$  en razón de su abundancia, da lugar a una pérdida de la carga del ión e imparte una carga a la partícula neutral. Por tanto, es importante asegurarse que se conseguirá una desviación suficiente del  $U_{235}$  ionizado

antes de que se produzcan un número sustancial de reacciones de intercambio de cargas, y no solamente para que la partícula de  $U_{235}$  sea desviada para su recogida separada en las placas 64, sino también para asegurar que un mínimo de partículas de  $U_{238}$  serán desviadas y recogidas en las placas 64.

Para aplicar una norma cuantitativa, puede elegirse un cambio de dirección angular arbitrario, de por ejemplo  $45^\circ$ , como desviación que ha de ser conseguida antes de que se produzca un intercambio de cargas. Situando las placas 64 con una separación reducida entre ellas y alargando adecuadamente las placas más allá de la región de ionización 70, en el peor de los casos, puede obtenerse todavía un punto de ionización tal como 74 que da lugar a una trayectoria de las partículas que produce la recogida en una de las placas 64. Se ve naturalmente que cuanto más importante es la desviación antes del intercambio de cargas, tanto más importante es la separación y por tanto el grado de rendimiento del sistema de enriquecimiento. Se ha elegido el valor de  $45^\circ$  a título de ilustración y sin que constituya un criterio útil. Teniendo esto en cuenta, y aplicando una teoría bien conocida, puede preverse que la intensidad del campo 68 utilizado debe ser superior a

$$\frac{\pi}{4} \frac{m n \sigma V_r}{q}, \text{ pero inferior a } \frac{2 m V_f}{q S}$$

siendo:  $n$  la densidad de las partículas,  $S$  la separación de las placas 64,  $\sigma$  la sección transversal de intercambio de cargas,  $V_r$  la velocidad relativa de las partículas respecto a  $V_f$ , la velocidad de circulación de las partículas de masa  $m$

y la carga  $\eta$  .

Puede verse en la ecuación que antecede que cuando la densidad de partículas o la velocidad relativa del vapor aumenta, como puede ser conveniente para aumentar el rendimiento comercial del sistema, el campo magnético necesario aumentará igualmente. Sin embargo, existe un fenómeno que limita la magnitud del campo magnético para la ionización selectiva eficaz. Como se ha indicado más arriba, el rendimiento de la técnica de enriquecimiento depende de la selectividad de la ionización de modo que se ionice sustancialmente más  $U_{235}$  que  $U_{238}$ . Esto exige no solamente un ancho de banda estrecha finamente sintonizada de energía de fotones en la radiación laser de excitación aplicada con el objeto de excitar las partículas del isótopo  $U_{235}$  sin excitar las partículas de  $U_{238}$ , sino que exige también que las líneas de absorción de  $U_{235}$  y de  $U_{238}$  sean separadas y distintas. Existe un desplazamiento de isótopo diferente entre las líneas de absorción elegidas para los dos isótopos de uranio en ausencia de un campo magnético. En presencia de un campo magnético, sin embargo, la teoría de los cuanta indica que las transiciones de excitación correspondientes a  $U_{235}$  y  $U_{238}$  pueden superponerse y reducir el grado de selectividad de la excitación y de la ionización en un grado que depende de la línea de absorción de  $U_{235}$  elegida, de la temperatura del vapor y de la intensidad del campo magnético. Este efecto se llama efecto Zeeman.

Se ha desarrollado, y se ilustra en las figuras 3 y 4, un sistema de campos magnéticos que varían en el tiempo y en el espacio, los cuales superan sustancialmente estos fenómenos contraproducentes. Se utiliza una fuente de

corriente 76 para aplicar un campo magnético axial variable en función del tiempo en las cámaras 66, alternando la dirección del flujo axial de una cámara a la otra. La fuente 76 suministra la corriente a través de un sistema de bobinas que incluye unas placas modificadas 78 y unos alambres finos 80 que conectan los bordes de las placas frente al flujo, así como otros hilos finos 82 que conectan los bordes opuestos de las placas 78 a la fuente 76. Las placas de recogida 81 de las partículas neutrales, generalmente de  $U_{238}$ , se sitúan más allá de las cámaras 66 para recibir las partículas no desviadas. Aunque la geometría de las configuraciones de bobina y de placa se describa más completamente con referencia a la descripción de las figuras 6 y 7, se hace aquí referencia a la figura 4, para indicar las formas de onda típicas del campo magnético variable con el tiempo 84 en el interior de las cámaras 66. La forma de onda 86 representa una onda generalmente sinusoidal y relativamente fácil de producir, mientras que la forma de onda 88 es una forma de onda cuadrada que tiene un tiempo de permanencia predeterminado. La corriente procedente de una fuente 76 produce las formas de onda 86 u 88 de intensidad del campo magnético y está sincronizada con las ráfagas laser repetidas en el haz 30 de la figura 1, de modo que la magnitud del campo magnético tenga un valor relativamente bajo por ejemplo en los puntos 90 de la representación de la figura 4, durante los periodos de iluminación laser del vapor de uranio. En este caso, el efecto de división Zeeman, durante los tiempos críticos de excitación e ionización selectivas se mantiene en un valor mínimo mientras que pueden obtenerse campos magnéticos durante los periodos inmediatamente

siguientes para mejorar el rendimiento de la separación de los iones por medio de una fuerza más importante aplicada a los iones que se desplazan. Se ve claramente que cuanto más rápidamente puede establecerse el campo magnético, después de la ráfaga de radiación laser, tanto más eficaz será el sistema general de enriquecimiento, por lo menos por lo que a deflexión de los iones antes de que se produzca el intercambio de cargas después de la ionización, se refiere. Por este motivo, una onda cuadrada o casi cuadrada presenta la ventaja de un incremento rápido de la intensidad del campo magnético. Igualmente, un punto predeterminado de terminación del campo magnético antes de la generación del siguiente impulso laser puede ser definido de manera suficientemente temprana para asegurar la existencia de una fuerza magnética mínima aplicada a los iones de  $U_{238}$ , creada a partir de las reacciones de intercambio de cargas. Sin embargo, unos campos magnéticos que cambian más rápidamente pueden dar lugar a la generación de campos eléctricos parásitos.

En la figura 5, se ilustra un sistema de sincronización general que puede ser utilizado para controlar la activación de los sistemas laser 12 y 24 y la fase del campo magnético 84, según se ilustra. Puede utilizarse un oscilador 92 como referencia de frecuencia para este sistema y su salida se aplica para ser amplificada, a un amplificador de potencia 94. La salida del amplificador de potencia 94 puede, en variante, ser sintonizada por un condensador u otro dispositivo reactivo de un sistema de sintonización 96 para su aplicación en resonancia o casi resonancia a las bobinas 98, lo que aumenta el rendimiento y la corriente. La salida del amplificador de potencia 94 se aplica

también a un detector 100 que puede incluir un control 102 para cambiar la fase de las señales de salida procedentes del detector 100 que activan los sistemas 22 de iniciación de impulsos laser por medio de un dispositivo de disparo de laser 104. El detector 100 puede ser típicamente un detector de umbral sensible a la pendiente como es bien conocido en la técnica.

Los detalles de las bobinas que sirven para producir el campo 84 en la cámara 66 se representan más claramente en las figuras 6 y 7. En la figura 6, se indican dos cámaras 66 por medio de unas estructuras de bobina que las rodean y las placas 78 que las separan. Puede verse que las placas 78 tienen una dimensión 106 en la dirección de la circulación del vapor. Es conveniente situar las bobinas 108 alrededor de cada cámara a una distancia a lo largo de la longitud de las mismas, separadas las unas de las otras generalmente por una dimensión 106 no superior a la de las placas. Las bobinas se excitan a partir de una fuente 110 para proporcionar una circulación en circuito cerrado del campo magnético 84 entre las cámaras adyacentes 66 según se representa, así como en las otras cámaras adyacentes no representadas. Este cierre del campo reduce la influencia del campo de separación sobre el campo de enfoque del haz de electrones cuando se utiliza un campo de enfoque separado. A este efecto, las indicaciones A y B marcadas en las bobinas 108 indican la posibilidad de una conexión con los terminales correspondientes de la fuente 110. Con el objeto de asegurar que el campo magnético circulará completamente alrededor de las placas 78 y no atravesará las porciones terminales de las mismas, las bobinas de extremidad tales como

112 pueden incluir típicamente un número suplementario de . .  
espiras tales como 10, contrariamente a la espira única de  
las bobinas 108.

5 Como se representa más claramente en la figura  
7, las bobinas tienen unos circuitos de conducción que in-  
cluyen las placas 78 así como algunos hilos filamentosos  
finos 114, que conectan los bordes de las placas en unos  
emplazamientos predeterminados a lo largo de su longitud  
en el borde situado frente a la circulación de vapor. Unos  
10 conductores filamentosos similares 116 se utilizan en em-  
plazamientos correspondientes a lo largo de los bordes  
opuestos de las placas 78. Las finas conexiones filamenta-  
rias 114 y 116, como puede verse, interceptarán una pequeña  
porción de la circulación de vapor y puede ser conveniente  
15 asegurar que sean suficientemente calentadas por la circula-  
ción de la corriente para licuar el uranio y evitar así la  
acumulación en ellos de unos depósitos. Según se represen-  
ta en la figura 7, es posible formar unas porciones termina-  
les 118 de las placas 78 que presentan una mayor cantidad  
de metal con el objeto de dirigir el flujo completamente al-  
rededor de ellos en lugar de usar el número suplementario de  
espiras que se menciona más arriba para las bobinas 112 de  
20 la figura 6.

En un modo de realización típico, la longitud  
25 106 de la bobina puede variar desde unos cuantos cm hasta  
una fracción sustancial de 1 m, las corrientes de la bobina  
pueden estar incluídas entre 10K y 100K amperios, y las fre-  
cuencias de repetición de los impulsos laser y del campo pue-  
den ser aproximadamente de 50 KHz, según la velocidad de la  
30 circulación de vapor y la altura de la zona de irradiación

laser 70 en la figura 2. Pueden utilizarse otras dimensiones y el invento no se limita a los ejemplos descritos más arriba.

5 Como variante de realización representada en la figura 3A, las placas de recogida de  $U_{238}$  posteriores pueden ser sustituidas por unas placas 122 a través de los bordes externos de las placas 78. En este caso, los conductores de las placas 78 no necesitan pasar encima de los extremos de las cámaras 66 ya que unas corrientes de imagen  
10 serán inducidas en las placas 122, según se indica por las flechas, para producir sustancialmente el efecto de una corriente que circula en circuito cerrado.

Después de estudiar la descripción que antecede, relacionada con un modo de realización preferido del  
15 invento, los peritos en la materia se darán cuenta que pueden introducirse en éste modificaciones y variantes sin salirse del espíritu del invento. Por tanto, se entiende que el alcance del invento está limitado solamente por las reivindicaciones que siguen:

20 TRADUCCION DE LAS LEYENDAS DE LAS FIGURAS DEL  
TEXTO BASICO

<u>Nº de Referencia</u>	<u>Traducción</u>
12	Sistema Laser 1
16	Medio
25 18	Excitación
20	Sintonización
22	Iniciación
24	Sistema Laser 2
32	Programador
30 36	Vacío

<u>Nº de Referencia</u>	<u>Traducción</u>
42	Separador
48	Fuente de vapor
50	Fuente de corriente del campo magnético
5	92 Oscilador
94	Amplificador de potencia
96	Sintonización
98	Bobinas
10	100 Detector
104	Dispositivo de disparo del laser Hacia sistemas laser.

En resumen: La Patente de Invención que se solicita deberá recaer sobre las siguientes

15

REIVINDICACIONES

20

1.- Un método y su correspondiente aparato para cambiar la dirección de la circulación de las partículas selectivamente ionizadas con el objeto de permitir su recogida separada en un sistema de separación de isótopos en el cual se proporciona un dispositivo para producir una ionización isotópicamente selectiva en una circulación de partículas de varios tipos de isótopos para obtener un ambiente que incluye iones de por lo menos un tipo de isótopos, caracterizado el aparato porque incluye:

25

un dispositivo para aplicar un campo magnético a la circulación de partículas para realizar un cambio en la dirección de la circulación de las partículas ionizadas que contiene;

30

teniendo el campo magnético aplicado una intensidad suficiente para reducir la selectividad isotópica de la ionización; y

un dispositivo para hacer variar en función del tiempo el campo magnético aplicado con el fin de disminuir la reducción de selectividad de ionización.

5 2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye además:

una pluralidad de placas de recogida situadas generalmente a lo largo de la línea de circulación y en una posición que les permita interceptar y recoger aquellas partículas cuya dirección de circulación ha cambiado debido al campo magnético aplicado.

10 3.- Aparato según la reivindicación 2, caracterizado porque dicha pluralidad de placas de recogida se extienden sustancialmente más allá de la región de ionización en la dirección de la circulación de las partículas para interceptar las partículas ionizadas cuya dirección de circulación ha sido cambiada por dicho campo magnético.

15 4.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado además porque incluye:

una pluralidad de cámaras separadas, transversales al trayecto de dicha circulación;

una pluralidad de trayectos de corriente alrededor de cada una de las cámaras de dicha pluralidad de cámaras; y

25 un dispositivo para excitar cada uno de dichos circuitos de corriente con el fin de dirigir el campo magnético aplicado a través de dichas cámaras en direcciones alternas en las cámaras adyacentes.

30 5.- Aparato según la reivindicación 4, caracterizado además porque incluye:

un dispositivo para aplicar energía radiante a

cada una de dichas cámaras con el objeto de proporcionar la ionización selectiva de dichas partículas por lo menos de un tipo de isótopo;

5 un dispositivo para proporcionar dicha energía radiante bajo la forma de ráfagas repetidas;

incluyendo dicho dispositivo de variación en función del tiempo unos medios para controlar la aplicación del campo magnético a cada una de dichas cámaras para formar un campo de nivel relativamente bajo durante la aplicación de la energía radiante de ionización a cada una de dichas cámaras y un campo de nivel relativamente elevado directamente después de la terminación de la radiación de ionización aplicada a cada una de dichas cámaras;

10 proporcionando la magnitud del campo magnético aplicado a dicho nivel relativamente elevado un ensanchamiento Zeeman importante de las líneas de absorción para las partículas de dicha circulación, de modo que si se aplicara durante la ionización reduciría notablemente el rendimiento de la ionización selectiva.

20 6.- Aparato según la reivindicación 4, caracterizado porque dichos circuitos de corriente incluyen:

una pluralidad de placas conductoras que separan dichas cámaras;

25 una pluralidad de conexiones eléctricas finas entre dichos primeros bordes de dicha pluralidad de placas;

una pluralidad de conexiones eléctricas entre dicha pluralidad de placas en dichos segundos bordes y dicho dispositivo de excitación;

30 proporcionando dichas placas una conducción eléctrica entre las conexiones eléctricas.

5 7.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque la distancia entre dichas conexiones eléctricas a lo largo de dichas placas no es sustancialmente superior a la dimensión de dichas placas en la dirección de dicha circulación.

8.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque dichas placas incluyen unos medios para dirigir la circulación de dicho campo magnético alrededor de dichas placas a través de dicha pluralidad de cámaras.

10 9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho dispositivo de dirección incluye unas bobinas adicionales en dichos circuitos de corriente en las extremidades de dichas placas.

15 10.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque dicho dispositivo de dirección incluye un incremento de espesor de las extremidades de dichas placas.

20 11.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho dispositivo de excitación sirve para calentar dichas conexiones eléctricas con el objeto de fundir en ellas las partículas de dicha circulación.

25 12.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque incluye una pluralidad suplementaria de placas para recoger las partículas de dicha circulación cuya dirección de circulación no ha sido cambiada por el campo magnético aplicado y dispuestas en un punto donde responden a la corriente en dichos circuitos de corriente para reforzar el campo magnético aplicado.

30 13.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha circulación de vapor es creada dirigiendo magnéticamente un haz energético hacia una superfi-

cie de un material para producir la vaporización del mismo, y se proporcionan unos medios para aislar dicho haz orientado magnéticamente de las variaciones de dicho campo magnético aplicado.

5                   14.- Un método para llevar a cabo el aparato de las reivindicaciones 1 a 13, cuyo método se caracteriza porque incluye las fases que consisten en:

                  aplicar un campo magnético a la circulación de partículas ionizadas para proporcionar un cambio en la dirección predeterminada de circulación de dichas partículas ionizadas.

10

                  hacer variar en función del tiempo el campo magnético aplicado para incrementar la selectividad de ionización de las partículas.

15                   15.- Método según la reivindicación 4, caracterizado además porque incluye la fase que consiste en interceptar las partículas cuya dirección de circulación ha sido cambiada para recogerlas separadamente de los demás elementos constitutivos de dicha circulación.

20                   16.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque dicha fase de variación incluye la fase que consiste en reducir el nivel de dicho campo magnético aplicado durante la ionización para reducir el ensanchamiento debido al efecto de Zeeman de las líneas de absorción de las partículas de dicha circulación que hubiesen mermado la selectividad isotópica de ionización de dichas partículas.

25

                  17.- Método según la reivindicación 6, caracterizado porque dicha fase de variación incluye además la fase que consiste en incrementar rápidamente el campo magnético aplicado directamente después de una ionización selectiva de

30

dichas partículas.

18.- Método según la reivindicación 17, caracterizado porque la fase de variación incluye la fase que consiste en reducir el campo magnético aplicado después de cambiar la dirección de circulación de las partículas ionizadas antes de que se produzcan aceleraciones sustanciales de los iones resultantes de las reacciones de intercambio de cargas.

19.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque incluye además las fases que consisten en:

aplicar repetidamente una radiación de ionización isotópicamente selectiva a la circulación de dichas partículas en un emplazamiento predeterminado;

incluyendo dicha fase de control del campo magnético la fase que consiste en hacer oscilar dicho campo magnético aplicado con una relación de fase predeterminada con respecto a la aplicación repetida de la radiación de ionización isotópicamente selectiva a dicha circulación, de modo que el campo magnético tenga un nivel relativamente bajo durante la ionización y un nivel relativamente elevado entre las aplicaciones repetidas de la radiación de ionización isotópicamente selectiva.

20.- Método según la reivindicación 19, caracterizado porque la magnitud del campo magnético durante el intervalo entre las ionizaciones alcanza un nivel el cual si se aplicara durante la ionización mermaría sustancialmente la selectividad de ionización.

21.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque dicha fase de aplicación del campo magnético incluye la fase que consiste en aplicar dicho campo magnético en direcciones alternas a través de una región de circulación

de dichas partículas más allá de un punto de ionización isotópicamente selectiva de las mismas.

22.- Método según la reivindicación 4, caracterizado porque incluye las etapas que consisten en:

5           realizar dicha circulación dirigiendo magnéticamente la energía hacia una superficie de un material de dicha pluralidad de isótopos para producir una circulación de vapor que se expande radialmente a partir de dicha superficie;

10           incluyendo dicha fase de aplicación del campo magnético la fase que consiste en aplicar dicho campo magnético con una configuración que reduce al mínimo la interferencia con la energía dirigida magnéticamente que se aplica a dicha superficie

15           23.- Método según la reivindicación 22, caracterizado porque incluye además la fase que consiste en aislar la energía dirigida magnéticamente de los efectos de dicho campo magnético aplicado.

20           24.- Método según la reivindicación 4, caracterizado además porque incluye la fase que consiste en proporcionar la ionización selectiva de las partículas de dicho tipo de isótopo en cuestión mediante aplicación de energía radiante laser a frecuencias que incluyen por lo menos una línea de absorción de las partículas de un tipo de isótopo.

25           25.- Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:  
UN METODO Y SU CORRESPONDIENTE APARATO PARA CAMBIAR LA DIRECCION DE LA CIRCULACION DE LAS PARTICULAS SELECTIVAMENTE IONIZADAS.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de veinticinco páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

Madrid 26 de diciembre 1974

BERNARDO UNGRIA

P.P.

5



10

15

20

25

30

FIG. 1

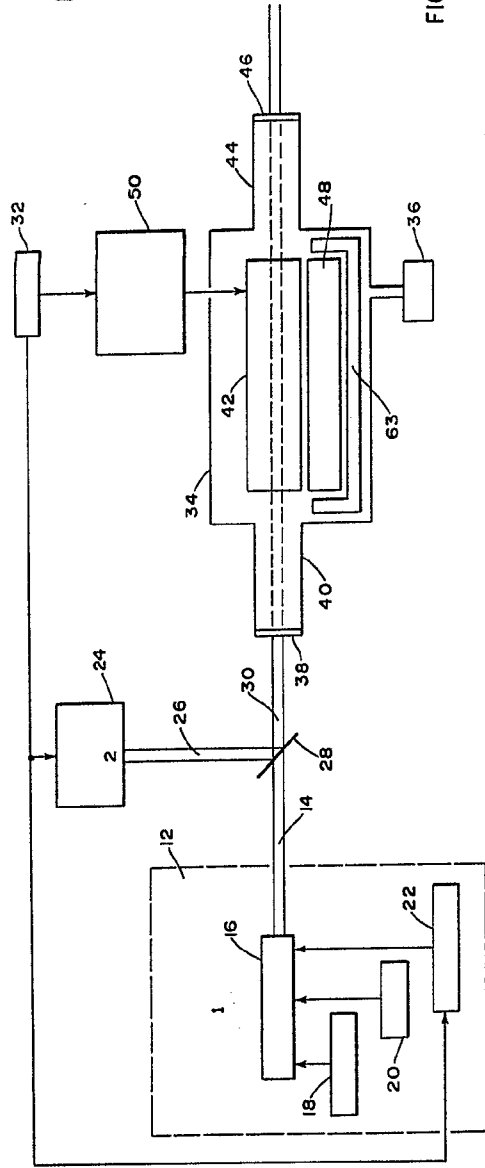


FIG. 2

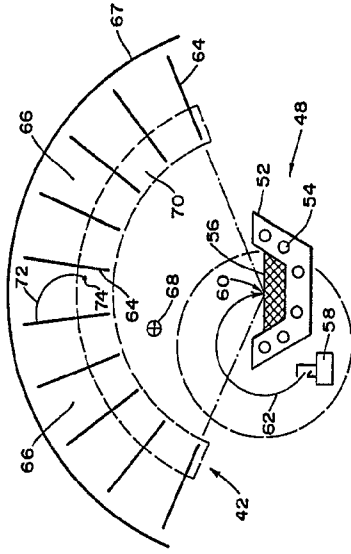


FIG. 3

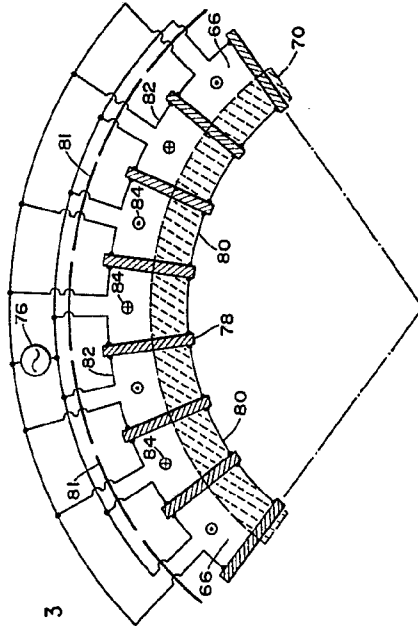


FIG. 4

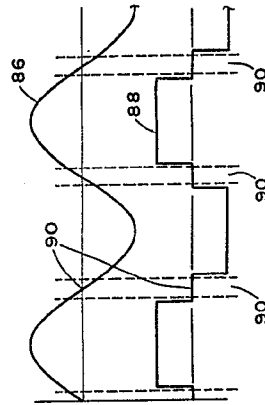
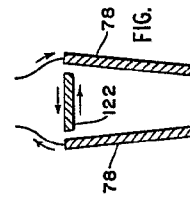


FIG. 3A



ESCALA VARIABLES  
 Madrid, 28 diciembre 1.974  
 BERNARDO UNGRÍA  
 P.P.

FIG. 1

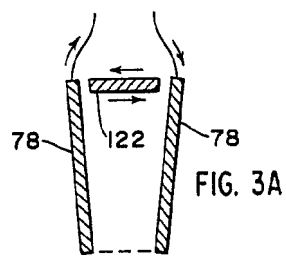
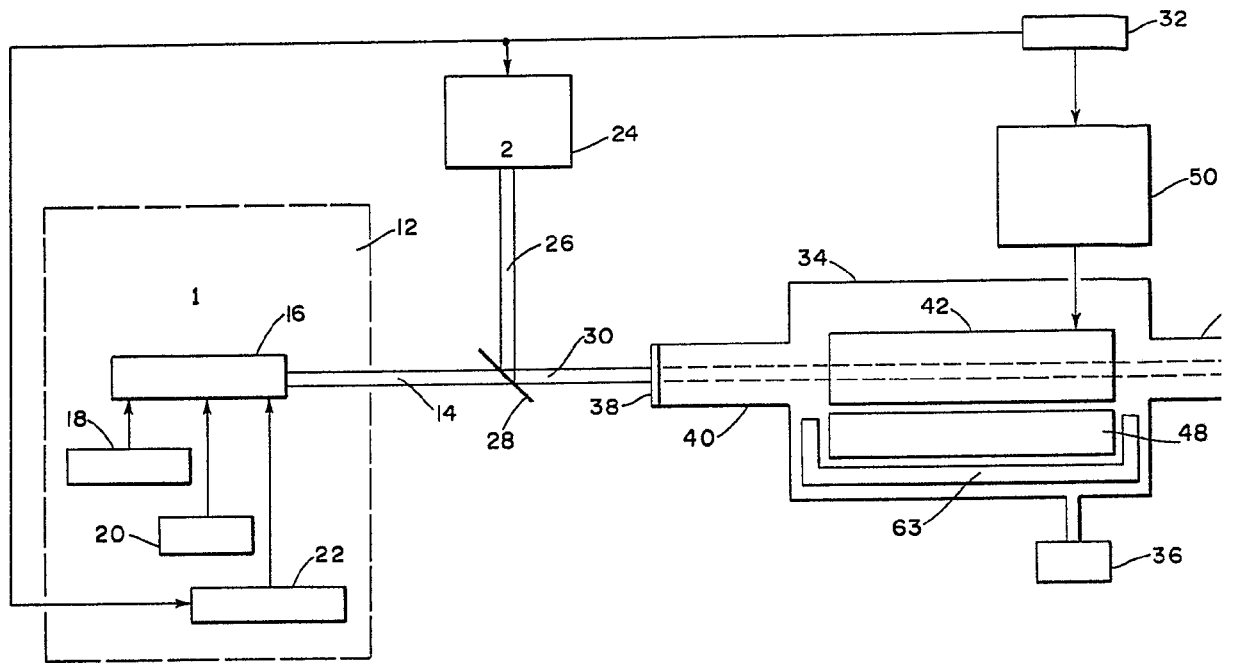
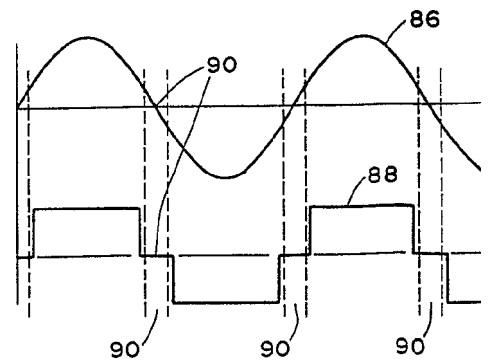


FIG. 4



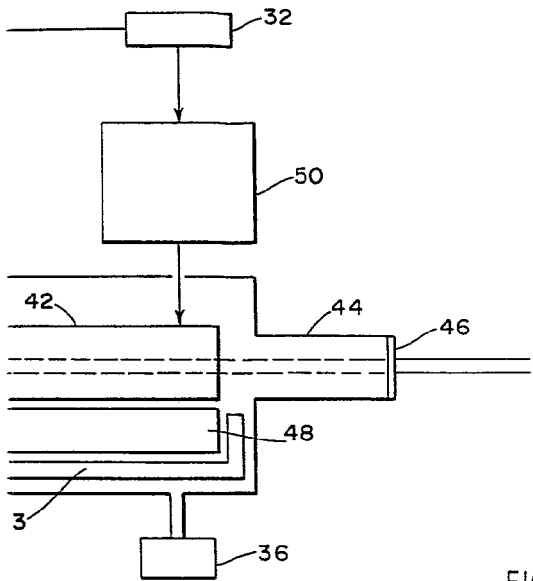


FIG. 2

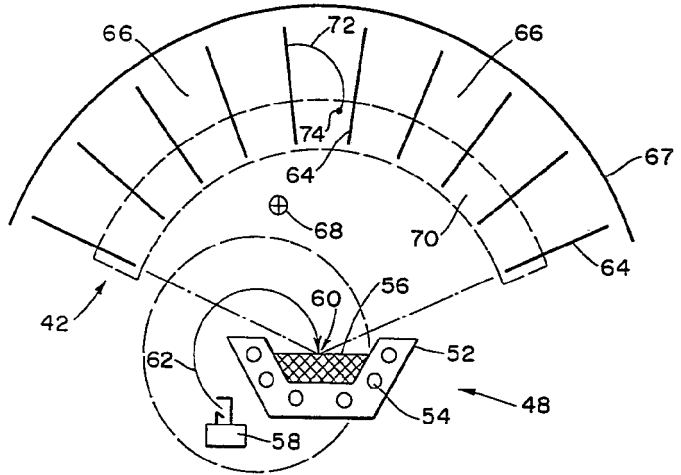
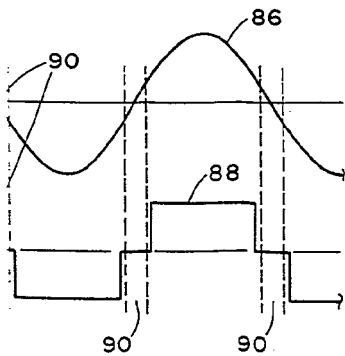
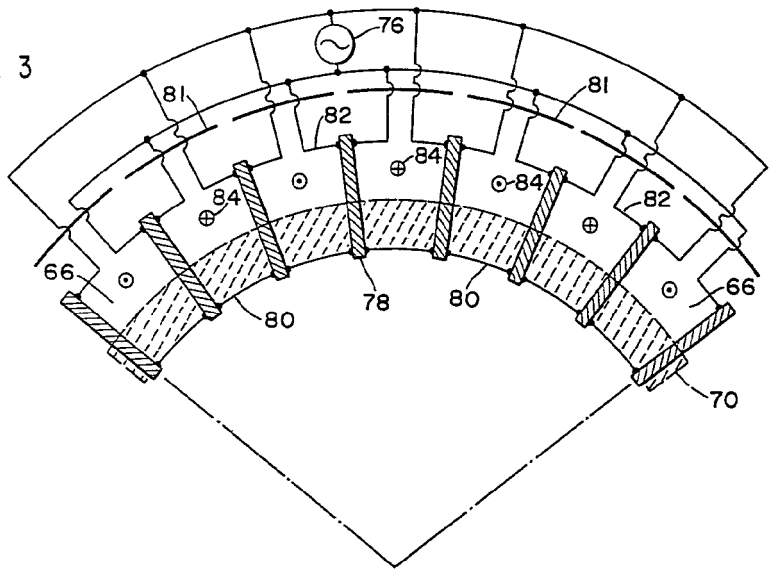


FIG. 3



ESCALA VARIABLE  
 Madrid, 26 diciembre 1.974  
 BERNARDO UNGRIA

P.D.

