



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 272 994**

51 Int. Cl.:
H05H 15/00 (2006.01)
G21G 1/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03728211 .8**
86 Fecha de presentación : **19.05.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1464210**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **06.10.2004**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para comprimir una sustancia por impacto y cátodo de plasma para tal dispositivo.**

30 Prioridad: **14.08.2002 WO PCT/UA02/86722**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es: **Ltd. Company "Proton-21"**
48-A Chernovola Str.
Vishnevoye, Kiev-Svyatoshinsky
Kievskaya Obl. 08132, UA
Stanislav Vasilyevich Adamenko

72 Inventor/es: **Adamenko, Stanislav Vasilyevich**

74 Agente: **Sugrañes Moliné, Pedro**

ES 2 272 994 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).

ES 2 272 994 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para comprimir una sustancia por impacto y cátodo de plasma para tal dispositivo.

5 **Campo de la invención**

La invención está relacionada:

10 a la tecnología de compresión por impacto de una sustancia condensada (líquida o preferiblemente sólida) hasta un estado superdenso, durante la cual pueden tener lugar procesos piconucleares y síntesis termonuclear por inercia (a seguir se referirá como STI) y

15 a la estructura de los dispositivos para efectuarla a base de diodos relativistas de vacío (a seguir se referirán como DRV) incluyendo cátodos por plasma para éstos.

Esta tecnología está destinada primordialmente para transmutar núcleos de átomos de unos elementos químicos a núcleos de otros elementos químicos con el objetivos siguientes:

20 obtener, de modo experimental, isótopos principalmente estables de los elementos químicos incluyendo síntesis de transuranidos estables, así como

transformar residuos radioactivos que contienen isótopos de vida larga en materiales que contienen isótopos de vida corta y/o estables, lo que tiene una importancia especial para desactivar fuentes usadas de gama-radiación a base, por ejemplo, de isótopos radioactivos de cobalto que se utilizan ampliamente en la industria y medicina.

25 En perspectiva esta tecnología puede servir para producir energía por medio de la STI usando preferiblemente objetivos sólidos.

Para fines de la *invención* se usarán a seguir los términos siguientes:

30 “*objetivo*” es la dosis usada para la compresión por impacto de al menos un isótopo arbitrario de al menos un elemento químico el cual sirve de materia prima para obtener productos de transformaciones nucleares y, si se desea, portador primario de energía para obtener energía;

35 “*compresión por impacto*” es la acción isentrópica impulsiva de la onda convergente de auto-enfoque de densidad sobre al menos una parte del objetivo;

40 “*estado superdenso*” - es tal estado de al menos una parte del objetivo después de la compresión por impacto cuando una parte esencial de su sustancia se convierte en plasma electrónica-nuclear y electrónica nucleónica;

“*proceso piconuclear*” es tal interacción (en particular, la “*fría*”) de recombinación entre componentes de la plasma electrónica-nuclear y electrónica nucleónica de la sustancia del objetivo comprimida hasta un estado superdenso cuando tiene lugar por lo menos alteración de la composición de elementos del objetivo;

45 “*cátodo de plasma*” es la parte simétrica al eje que se sustituye a medida del desgaste del electrodo negativo del DRV, la cual es capaz, en el inicio del impulso de descarga a gas, de generar del material de la capa límite-superficial una capa de plasma con el trabajo de salida de electrones que se aproxima a cero;

50 “*ánodo-concentrador*” es la parte reemplazable simétrica al eje de un solo uso del ánodo del DRV, la cual en los experimentos primitivos de demostración está enteramente fabricada de un material preferiblemente electroconductor en su masa principal y sirve directamente como objetivo; mientras que cuando el dispositivo se utilice para necesidades industriales, ésta tiene la forma de una envoltura de al menos una capa de material duro dentro del cual va sujetado simétricamente al eje, asegurándose el contacto acústico, el objetivo elegido; así como

55 “*espacio focal*” es la parte del espacio de la cámara de vacío del DRV, la cual envuelve volumétricamente un cierto segmento del eje común geométrico de simetría de los electrodos del DRV, y en la cual, cuando no haya obstáculos y estén pre-establecidos valores del área de la superficie emisora del cátodo a plasma, energía de electrones y densidad de corriente, será posible el “*pinch*” del haz electrónico.

60 **Técnica anterior**

Es generalmente conocido (véase, por ejemplo, US Patent 4,401,618) que para conducir reacciones nucleares controlables lo necesario y suficiente será:

65 primero, fabricar un objetivo de volumen microscópico cuya masa habitualmente es de unos microgramos a unos miligramos,

segundo, fijar el objetivo formado en el espacio,

ES 2 272 994 T3

tercero, trasladar la sustancia en el estado superdenso del objetivo por todo su volumen por medio de la compresión más uniforme por impacto y,

cuarto, mantener la sustancia del objetivo en este estado para el tiempo suficiente para transmutación y/o fusión de los núcleos de los átomos, lo que puede acompañarse por emisión o absorción de energía.

Hay que notar que las limitaciones mencionadas de la masa del objetivo son importantes, principalmente, para la STI, visto que 1 mg de deuterio o de una mezcla de deuterio y tritio es equivalente, por su capacidad energética, a aproximadamente 20 a 30 kg de trinitrotoluola.

También, teóricamente, es generalmente conocido que la transmutación y/o fusión de los núcleos pasa efectivamente en paralelo con alcance del estado superdenso. Por ello hasta ahora los esfuerzos de peritos en la física nuclear han sido dirigidos a creación de los métodos y medios más eficientes de compresión de la sustancia por impacto.

Por fin, también se entiende teóricamente que:

tal compresión será posible sólo al generar un potente impulso mecánico que tenga duración de orden de unas decenas de nanosegundos y al enfocar este impulso sobre una parte esencial (en límite, en toda) de la superficie del objetivo ubicado dentro de un volumen seguramente aislado del medio ambiente,

para esto son necesarios tales medios de compresión témporo-espacial del flujo de energía como la fuente primaria de energía, al menos un acumulador de energía, al menos un conversor de la energía acumulada al impulso mecánico de impacto y un percusor mecánico para transferencia isentrópica de este impulso al objetivo, y

la cuestión de un surtido suficiente de tales medios e interrelaciones entre éstos podrá ser resuelto de modos diferentes dependiendo de los fines de experimentos en compresión por impacto de la sustancia con una observación de que al conectarse a una red industrial de alimentación eléctrica sirva del primero pero no único acumulador de energía el dispositivo a base de un circuito LC (véase, por ejemplo, selección de artículos "ENERGY STORAGE COMPRESSION AND SWITCHING" edited by W.H. Bostick, V. Nardy and O.S.F. Zucker, Plenum Press, New York and London).

Los intentos de poner las hipótesis mencionadas en la práctica han sido dirigidos durante muchos años solamente a la STI, cuya puesta en servicio industrial ha parecido ser una condición suficiente para que la humanidad pase a vivir en un "paraíso energético".

Fue por esto que inicialmente se usaban como la sustancia activa sólo deuterio o deuterio y tritio gaseosos mientras que los objetivos se fabricaban en forma de esferas herméticas huecas llenas de porciones microscópicas (cerca de 0,1 mg) de isótopos mencionados del hidrógeno. A seguir, se dirigían contra tal objetivo simultánea y uniformemente los haces de radiación electromagnética de un driver láser desde muchos lados. El calentamiento de la envoltura causaba ablación (evaporación parcial) de su parte exterior. La dilatación del material evaporado generaba fuerzas reactivas que producían una implosión, quiere decir, compresión uniforme de la parte interior de la envoltura y de la sustancia activa del objetivo hacia el centro de la esfera (véase, por ejemplo, 1. US Patent 4,401,618; 2. J. Lindl, Phys. of Plasmas, 1995; 3. K. Mima *et al.*, Fusion Energy, 1996, IAEA, Vienna, v.3, p.13, 1996).

Este esquema de la STI parecía impecable. En efecto, la duración de los impulsos de la radiación de láser puede ser elevada hasta las magnitudes de cerca 1 ns. Ello asegura una compresión eficaz temporal del flujo de energía mientras que la disminución brusca del área del objetivo sirve de una premisa para la compresión espacial de este flujo también.

Por desgracia, el rendimiento de los láseres no excede el 5%, lo que desde inicio creaba dudas en cuanto a la eficacia del driver de láser tomando en consideración el criterio de Lawson (J.D. Lawson, Proc. Phys. Soc., B.70, 1957). Además, para sincronizar puesta en marcha de los láseres se requiere un sistema complicado de mando automático. Por fin, la ablación va acompañada por pérdidas sustanciales de energía debidas al calentamiento de la envoltura y del objetivo en su conjunto. Esta es la razón por la cual nadie ha alcanzado a poner la sustancia gaseosa del objetivo al estado superdenso ni ha obtenido una salida positiva de la energía que supere sus pérdidas para iniciar la STI.

Se sabe de intentos de crear presiones y temperaturas suficientes para iniciar y conducir la STI por medio de un driver acústico, el cual debería producir cavitación en los objetivos condensados y, en particular, "líquidos" (US Patents 4,333,796; 5,858,104 y 5,659,173). Por ejemplo, en la publicación internacional WO 01/39197 están descritos:

(1) reactor termonuclear por cavitación que tiene:

al menos una fuente de oscilaciones mecánicas ultrasónicas,

preferiblemente más que uno conductores sónicos capaces de transmitir estas oscilaciones en el modo resonante hacia el volumen cerrado del objetivo con aumento de la densidad del flujo de energía por una unidad del área, y

medio para separar el calor en forma de un cambiador de calor adecuado; y

ES 2 272 994 T3

(2) tal método de uso del reactor descrito que prevé:

5 fabricación de objetivos de poca conductividad sónica por medio de prensar el material combustible necesario para la síntesis nuclear como deuterido de titanio o deuterido de litio o dideuterido de gadolinio a una matriz sólida hecha de un metal infusible con conductividad sónica tipo titanio, tungsteno, gadolinio, osmio o molibdeno,

puesta de al menos una matriz de este tipo con al menos un objetivo descrito en contacto acústico con al menos un conductor sónico conectado a la fuente de oscilaciones ultrasónicas mecánicas,

10 acción sobre tal matriz por una serie de impulsos ultrasónicos en el modo resonante, la cual, debido a transformación de la energía cinética de las oscilaciones mecánicas en el calor, causa destrucción mecano-química de los deuteridos y pseudo-licuación de los objetivos y; debido a evaporización del deuterio de los objetivos genera, efectivamente al mismo tiempo, cavitación en los objetivos "líquidos", es decir, aparición de burbujas de vapor y su colapso bajo la presión del material de la matriz, y

15 terminación del proceso al haberse pasado reacciones de síntesis nuclear dentro de los objetivos con emisión del calor.

20 Uso de los objetivos sólidos (en su estado inicial) e impulsos ultrasónicos mecánicos para su compresión por impacto parece ser bastante atractivo. Por desgracia, de la misma manera que los láseres, las fuentes de sonido tienen un rendimiento insignificante. Además, a contraste con los láseres estas fuentes producen una densidad bastante pequeña de la potencia en el impulso, lo que condiciona que el sistema "fuente ultrasónica - objetivo de deuterio" se ponga en el modo resonante. Pero la parte principal de la energía se gasta con calentamiento de los objetivos y se disipa en este modo también. Por esto la compresión por impacto de la sustancia hasta el estado superdenso no fue alcanzado aun cuando la energía "se bombeaba" al objetivo durante largo tiempo.

Es evidente que el problema de creación de métodos y medios de eficacia práctica para comprimir la sustancia por impacto se queda vigente.

30 Un enfoque perspicaz para resolverlo se basa en el uso de los DRV que son conocidos desde el principio del siglo XX (véase, por ejemplo, 1. C.D. Child, *Phys. Rev.*, v.32, h.492, 1911; 2. I. Langmuir, *Phys. Rev.*, v.2, p.450, 1913).

35 Todo DRV tiene una cámara de vacío donde van sujetados un ánodo y un cátodo conectados a un acumulador de carga eléctrica a través de un descargador de impulsos. Cuando la carga sea bastante grande y el impulso de descarga sea bastante pequeño tales diodos son capaces de proporcionar la emisión explosiva de electrones desde la superficie del cátodo y su aceleración hasta las velocidades próximas a la de la luz con un rendimiento de más que 90%.

40 Fue en esa calidad de generadores y aceleradores de haces electrónicos potentes que los DRV eran el foque de atención de los físicos durante todo el siglo XX y numerosos perfeccionamientos de la estructura de tales diodos en general y, especialmente, de sus cátodos fueron orientados hacia la compresión témporo-espacial de la energía en los haces electrónicos y puesta de estos haces en una forma espacial deseada.

Un intento de crear un método de compresión por impacto de la sustancia en los DRV para obtener la STI es conocido de la Patente US Patent 3,892,970. Este método incluye:

45 fabricación de un dispositivo en forma de un grano simétrico de sustancia condensada (en particular, sólida) para lo que se usa el combustible congelado para la síntesis termonuclear (es decir, el deuterio o una mezcla de deuterio y tritio),

50 segundo, colocación del objetivo en el intersticio entre electrodos del DRV adonde la salida del medio de generación de la plasma anódica está abierta, y

55 tercero, inyección de la plasma anódica y compresión impulsiva (hasta 10 ns) anular por impacto del objetivo por medio de su cortocircuito, a través de la plasma anódica, con una corriente potente (de orden de 100 TW) que porta una energía de cerca de 1 MJ de manera efectivamente simultánea.

60 Sin embargo, al usar este método, es bastante difícil comprimir la sustancia del objetivo hasta el estado superdenso y mantenerlo en éste para el tiempo que sea suficiente para que los núcleos de átomos se fundan emitiendo la energía puesto que el tamaño del objetivo es evidentemente menor que la longitud de recorrido de electrones con la energía de 1,5 MeV. Por ello la energía cinética de los electrones efectivamente en un instante y por todo su volumen se convierte a la térmica y causa la explosión volumétrica térmica del combustible nuclear. Además, al usar este método, es muy difícil sincronizar el impacto del objetivo en vuelo libre contra el centro del cátodo anular del DRV con la descarga de la fuente de energía y la creación del ánodo plano de plasma. Respectivamente, el enfoque del haz de electrones sobre el objetivo puede ser alcanzado sólo accidentalmente a pesar de la regulación de la tensión de descarga y la densidad de la plasma anódica.

Según el mismo patente, el dispositivo para compresión por impacto de la sustancia a base de DRV tiene una cámara esférica de vacío dotada de un canal para avanzar los objetivos, dos cátodos anulares ubicados simétricamente

ES 2 272 994 T3

respecto al plano central de la cámara de vacío, un dispositivo adicional para inyectar plasma ubicado dentro de los cátodos, el cual forma un ánodo plano de plasma inmediatamente antes de la descarga del circuito de alimentación.

5 Por último, en el patente se describe el cátodo que tiene una parte eléctricamente conductiva y la punta de enfoque, la cual tiene forma de un anillo con borde agudo para que el gradiente del campo eléctrico se aumente en éste. Durante la descarga el borde de tal cátodo se cubre con su propia capa de plasma.

10 En tal DRV es efectivamente imposible transmitir al objetivo una porción notable de la energía del haz anular electrónico, puesto que éste ya en el momento de su formación se encuentra al umbral del pinch y no es estable (especialmente en combinación con el ánodo de plasma cuyos parámetros se cambian notablemente tanto durante cada uno de impulsos como de un impulso al otro).

15 Por esto es deseable que el ánodo sea sólido y que sirva del objetivo de por sí o que éste incluya el objetivo, así como que en el proceso de descarga se impida al mismo tiempo el pinch en el intersticio entre electrodos y se asegure el auto-enfoque del haz electrónico sobre la superficie del ánodo.

20 Es de sorprender que, según nuestros datos, en busca de los medios de tal género se prestaba la atención principal exclusivamente a la perfiladura de los emisores de cátodos de los DRV usándose los ánodos efectivamente planos. Puede servir de un ejemplo claro de tal concepción la fuente impulsiva de electrones a base de un DRV cuyo cátodo de plasma tiene una lámina perfilada de dieléctrico y, así mismo, una placa perfilada conductiva sobre una parte de la superficie de la lámina mencionada (SU 1545826 A1). A una carga impulsiva, tal cátodo compuesto puede generar un haz electrónico que no esté sujeto al pinch y que tenga un perfil que corresponda al perfil de la lámina dieléctrica.

25 Sin embargo, la STI y los procesos picnonucleares necesitan la compresión más uniforme posible, la cual no puede asegurarse por medio de perfilar el haz electrónico. Por esto el DRV descrito, así como sus análogos, en la práctica no puede usarse en los procesos de compresión de la sustancia por impacto hasta el estado superdenso.

30 Las dificultades en neutralización del pinch en el intersticio entre electrodos y en aseguramiento de auto-enfoque de los haces electrónicos sobre la superficie de los objetivos generaron tal pesimismo entre muchos físicos que ellos llegaron a la conclusión de que el DRV no pudiera usarse en principio como el driver para los procesos de transmutación y la STI (véase, por ejemplo: (1) James J. Duderstadt, Gregory Moses, *Inertial confinement fusion*. John Wiley and Sons, New York, 1982; (2) E.P. Velikhov, S.V. Putvinsky. *Fusion power. Its status and role in the long-term prospects*. In 4.2.2. Drivers for Inertial Controlled Fusion/<http://relcom.website.ru/wfs-moscow>. etc.).

35 No obstante, las pesquisas en esta dirección no pararon.

40 Por ejemplo, en la Conferencia Internacional dedicada a los aceleradores de partículas se informó sobre el método y el dispositivo que son en principio aptos para la compresión por impacto de la sustancia y que por su esencia técnica son los más próximos a una invención (S. Adamenko, E. Bulyak *et al.* Effect of Auto-focusing of the Electron Beam in the Relativistic Vacuum Diode. In: *Proceedings of the 1999 Particle Accelerator Conference*, New York, 1999), lo que fue también presentado en un artículo publicado más tarde (V.I. Vysotski, S.V. Adamenko *et al.* Creating and using of superdense micro-beams of relativistic electrons. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A* 455, 2000, pp.123-127).

45 El método de compresión por impacto de la sustancia, el cual puede fácilmente hallarse por especialistas en las obras mencionadas, incluye:

50 fabricación de un objetivo en forma de la pieza simétrica al eje hecha de una sustancia condensada que sirva al menos como una parte del ánodo de un DRV (específicamente, en forma de una punta semiesférica de un ánodo-concentrador a aguja cuyo diámetro es de orden de unos micro-metros),

55 instalación del objetivo en el DRV dotado también de un cátodo de plasma simétrico al eje, el cual está ubicado efectivamente en el mismo eje geométrico con el mencionado ánodo-concentrador y distanciado de éste a unos milímetros, y

descarga impulsiva de la fuente de alimentación del DRV en el modo de auto-enfoque del haz electrónico sobre la superficie del ánodo-concentrador.

60 El dispositivo para comprimir sustancias por impacto de esta manera está hecho a base de un DRV. EL dispositivo tiene:

un cuerpo resistente estanco a gas cuya parte está fabricada de un material electroconductible, hecha simétrica al eje y limita la cámara de vacío, y

65 un cátodo de plasma simétrico al eje y un ánodo-concentrador simétrico al eje ubicados dentro de esta cámara efectivamente en el mismo eje geométrico, y de éstos dos al menos el cátodo de plasma viene conectado a la fuente impulsiva de alimentación de alto voltaje.

ES 2 272 994 T3

El cátodo fue hecho según el esquema clásico “varilla (habitualmente metálica) electroconductible más estrecha hacia el ánodo - elemento dieléctrico de tope”, cuyo tope de trabajo por su perímetro y por su área no excede respectivamente el perímetro y el área de la sección transversal de la varilla mencionada (Mesyats G.A. Cathode Phenomena in a Vacuum Discharge: The Breakdown, the Spark and the Arc.- Moskow: Nauka Publishers, 2000, p.60).

Debido a las formas geométricas específicas se ha hecho posible neutralizar el pinch en el intersticio entre electrodos del DRV, aumentar la agudeza del haz electrónico y asegurar el auto-enfoque de éste sobre una parte insignificante de la superficie del ánodo-concentrador.

Sin embargo, tal acción sobre el ánodo-concentrador que es por su esencia puntual puede servir sólo para demostrar el hecho de que el DRV pueda ser usado para comprimir sustancia por impacto pero no es capaz de garantizar la compresión de sustancia hasta el estado superdenso por la parte esencial del volumen del objetivo con cada una de descargas impulsivas seguidas.

15 Breve descripción de la invención

En vista de lo explicado arriba, el siguiente problema fue determinado como la base de la invención:

Primero, se debería, por medio de cambio de condiciones de ejecución de operaciones, inventar tal método de compresión por impacto que podría garantizar la compresión de una parte esencial de la sustancia del objetivo hasta el estado superdenso con cada una de las descargas seguidas en el DRV,

segundo, se debería cambiar la forma y la situación recíproca de los electrodos en el DRV para crear tal dispositivo de compresión por impacto de la sustancia que aseguraría la realización del método en práctica, y

tercero, se debería, por medio de cambiar la forma y correlación de dimensiones de la parte electroconductible y la dieléctrica, crear tal cátodo de plasma simétrico al eje que aseguraría la realización más económica del método.

En la primera parte el problema está resuelto por medio del método de compresión por impacto de la sustancia con el uso del DRV que tenga una cámara de vacío simétrica al eje con paredes electroconductibles, un cátodo simétrico al eje y un ánodo-concentrador, cuando el dicho método comprende:

fabricación del objetivo en forma de una pieza simétrica al eje de una sustancia condensada, la cual sirve al menos como una parte del ánodo-concentrador,

instalación del ánodo-concentrador en el DRV donde el intersticio respecto al cátodo de plasma se encuentre efectivamente en el mismo eje geométrico con éste y

la descarga impulsiva de la fuente de alimentación en el DRV en el modo de auto-enfoque del haz electrónico sobre la superficie del ánodo-concentrador, según la invención

en el método se usa el cátodo de plasma simétrico al eje en forma de la varilla electroconductible con un elemento dieléctrico de tope cuyo perímetro por el tope posterior al menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo abraza el perímetro de la varilla mencionada con el intersticio continuo y cuya área de la superficie emisora excede el área máxima de la sección transversal del ánodo-concentrador,

el ánodo-concentrador se instalará con tal intersticio respecto al cátodo de plasma, con el cual el centro de curvatura de la superficie de trabajo del ánodo-concentrador se encuentre dentro del espacio focal del haz electrónico de auto-enfoque colectivo,

y se actuará sobre el ánodo-concentrador con el haz electrónico con energía de electrones de al menos 0,2 MeV, densidad de corriente de al menos 10^8 A/cm² y duración de no más que 100 ns.

Los resultados de realización de este método han sido bastante inesperados aun para el inventor que ha pugnado por alcanzarlos durante más que 10 años. Por ejemplo, al usar objetivos primitivos monometálicos de cobre, tántalo y otros materiales puros se logró, por medio de experimentos, determinar lo siguiente:

una parte notable de la masa de cada uno de los objetivos después de la compresión por impacto se deshizo y se acumuló sobre las paredes de la cámara de vacío del DRV y/o en la pantalla de que se hablará a seguir en forma de aglomeraciones de los productos de transmutación;

ciertas aglomeraciones fueron bastante homogéneas por su composición de elementos;

fueron detectados de forma fidedigna en las aglomeraciones no sólo isótopos estables de los elementos químicos conocidos hoy día que no habían estado presentes en forma de impurezas en la sustancia de los objetivos, sino también los isótopos estables de los transuranidos desconocidos ahora y no identificados hasta ahora;

ES 2 272 994 T3

la composición isotópica de los productos de transmutación de la sustancia de los objetivos era substancialmente diferente de los datos de referencia respecto a la composición isotópica de los mismos elementos en la corteza terrestre,

5 no se logró señalar una salida positiva de la energía térmica desde la zona de transmutación.

En esto consiste la diferencia principal de la transmutación que se presenta por la invención de la tradicional por bombardeo de los objetivos sólidos (por ejemplo, de cobre o de molibdeno) con los iones (habitualmente, con neutrones) que se obtienen desde las fuentes con la plasma anódica retenida magnéticamente y se aceleran con ayuda de aceleradores por impulsos de diseño complicado y peligroso hasta obtener los flujos de potencia de orden de 10 kW siendo la energía de iones más que 5 MeV (véase, por ejemplo, US Patent 5,848,110). En efecto, tales procesos permiten obtener sólo los isótopos conocidos de antemano y principalmente radioactivos de los elementos químicos conocidos de antemano, como: Zn^{65} , Mo^{99} , I^{123} , O^{15} etc. Al mismo tiempo, el método presentado por la invención es efectivamente apto para sintetizar transuranidos en cantidades suficientes para análisis químico.

15 Los resultados del método inventado arriba mencionados y descritos detalladamente a seguir permiten asumir que el haz electrónico se auto-enfoca colectivamente en la parte substancial de la superficie del ánodo-concentrador y excita en su capa límite-superficial un impulso de densidad en forma de soliton que se converge hacia el eje de simetría del objetivo. Este impulso transfiere de modo isentrópico la energía recibida desde el haz electrónico a la parte de la sustancia del objetivo en proximidad a su eje de simetría. La frente anterior del impulso indicado tiende a adquirir la forma esférica. Por esto a medida de que el impulso en forma de soliton se aproxima a un cierto volumen pequeño con el centro en el eje de simetría del objetivo, su frente anterior se retuerce mientras que la energía dentro de ésta se densifica hasta la magnitud suficiente para alcanzar el estado superdenso de sustancia y para realización de los procesos piconucleares. Justo por esto el acelerador de electrones tipo DRV más simple (y efectivamente seguro en su explotación, lo que también tiene importancia) permite asegurar las reacciones nucleares de transmutación con obtención de un espectro amplio de isótopos, lo que vamos a demostrar a seguir.

La primera diferencia adicional consiste en que se usa en la composición del DRV un cátodo cuya varilla electroconduccionable es aguda y el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para colocarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio indicado. Esto permite regular al menos parcialmente el intersticio entre electrodos en el DRV y estabilizar el funcionamiento del cátodo de plasma, lo que tiene una importancia especial para optimizar el proceso de compresión por impacto por medio de experimentos.

La segunda diferencia adicional consiste en que el objetivo se forma como una pieza insertada en la parte central del ánodo-concentrador del DRV, y el diámetro de ésta se escoge dentro de los límites de 0,05 a 0,2 de la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador. Esto permite utilizar como el objeto que se comprime hasta el estado superdenso cualesquiera materiales independientemente de su electroconductibilidad en el estado tanto sólido como líquido. Es natural que los líquidos tendrán que ser encapsulados primero sea directamente en una envoltura sólida del ánodo-concentrador, sea en una envoltura separada la cual, al hermetizarse, será insertada en el ánodo-concentrador asegurándose el contacto acústico denso.

La tercera diferencia adicional consiste en que se comunica la forma esferoidal al menos a aquella parte del ánodo-concentrador que está dirigida hacia el cátodo de plasma. Esto permite concentrar el impulso de densidad en forma de soliton en un volumen microscópicamente pequeño y asegurar que por cada "bombardeo" la sustancia de cada uno de los objetivos seguidos se comprima hasta el estado superdenso obteniendo 10^{17} - 10^{18} átomos como productos de transmutación aun cuando el consumo de energía sea mínimo (de orden de 300-1000 J).

La cuarta diferencia adicional consiste en que se comunica al objetivo la forma de un cuerpo esferoidal que se sujeta seguramente dentro del ánodo-concentrador de manera que los centros de los esferoides interno y externo coincidan. Con ello se logra aumentar notablemente la salida del material transmutado.

La quinta diferencia adicional consiste en que se actúa sobre el ánodo-concentrador con el haz electrónico con energía de electrones hasta 1,5 MeV, densidad de corriente no más que 10^8 A/cm² y duración de no más que 50 ns. Estos modos son suficientes para que corran los procesos piconucleares en los objetivos compuestos de los átomos más estables de los elementos químicos que pertenecen a la "parte media" de la tabla de Mendeleev.

La sexta diferencia adicional consiste en que la densidad de corriente en el haz electrónico constituye no más que 10^7 A/cm², lo que es suficiente para comprimir por impacto de manera eficaz la mayoría de los objetivos condensados.

60 La séptima diferencia adicional consiste en que la presión residual en la cámara de vacío del DRV se mantiene a un nivel no más que 0,1 Pa, lo que es bien suficiente para excluir la descarga de gas entre los electrodos del DRV.

En su segunda parte el problema propuesto fue resuelto con el dispositivo para compresión por impacto a base del DRV que incluye:

65 un cuerpo resistente estanco a gas una parte del cual está fabricada de un material electroconduccionable, está hecha simétrica al eje y limita la cámara de vacío, y

ES 2 272 994 T3

el cátodo de plasma y el ánodo-concentrador simétricos al eje instalados en la cámara de plasma con el intersticio efectivamente en el mismo eje, de los cuales al menos el cátodo está conectado a la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje, según la invención

5 en el dispositivo, el cátodo de plasma está hecho como la varilla electroconductible con un elemento dieléctrico de tope donde el perímetro del tope posterior, al menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo, abraza el perímetro de la varilla mencionada con un huelgo continuo mientras que el área de la superficie emisora excede el área máxima de la sección transversal del ánodo-concentrador,

10 al menos uno de los electrodos del DRV está dotado de un medio para regular el intersticio entre los electrodos y

la distancia desde el eje común geométrico del cátodo de plasma y ánodo-concentrador indicados hasta el lado interno de la pared electroconductible de la cámara de vacío excede $50d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador.

15 El DRV que posee de la totalidad de los indicios mencionados está apto, como mínimo, para transmutar los núcleos de unos elementos químicos en los núcleos de otros elementos químicos según se indica arriba en los comentarios en cuanto a la esencia del método según la invención.

20 La primera diferencia adicional consiste en que la varilla electroconductible es aguda y el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para colocarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio indicado. Con este diseño, moviendo el elemento dieléctrico respecto a la varilla electroconductible se puede estabilizar el funcionamiento del cátodo de plasma y regular al menos parcialmente el intersticio entre electrodos en el DRV.

25 La segunda diferencia adicional consiste en que el ánodo-concentrador tiene una forma redonda en su sección transversal y está hecho completamente de un material electroconductible en su masa principal, el cual está sujeto a la transmutación. Esto permite usar muestras más simples de metales puros o aleaciones metálicas para demostrar el efecto de transmutación y recibir los transuranidos en particular.

30 La tercera diferencia adicional consiste en que el ánodo-concentrador es compuesto e incluye la envoltura sólida de al menos una capa que abraza densamente el objetivo insertado en forma de un cuerpo de rotación, el cual está fabricado de un material arbitrario condensado y tiene el diámetro dentro de límites de $(0,05-0,2)*d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador. Esto permite comprimir la sustancia por impacto no sólo con el fin de transmutar los núcleos de los átomos, sino también con el fin de obtener energía en el área de los procesos picnucleares con un exceso sustancial (por lo menos por un orden de magnitud) del criterio de Lawson.

35 La cuarta diferencia adicional consiste en que en la parte posterior del ánodo-concentrador va instalada por lo menos una pantalla de un material preferiblemente electroconductible. Ésta puede captar una parte de los productos de los procesos picnucleares obtenidos a la compresión por impacto del objetivo principal hasta el estado superdenso y servir de un objetivo adicional para las interacciones entre núcleos durante dispersión de las partículas del ánodo-concentrador.

40 La quinta diferencia adicional consiste en que la pantalla indicada está hecha como un cuerpo de rotación de paredes finas cuyo diámetro constituye al menos $5d_{\max}$ y el cual está distanciado del tope más próximo al cátodo de plasma a una distancia hasta $20d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador. A estas condiciones la pantalla electroconductible favorece al auto-enfoque del haz electrónico sobre la mayor parte de la superficie del ánodo-concentrador y capta una parte notable de los productos de los procesos picnucleares.

45 La sexta diferencia adicional consiste en que el cuerpo de rotación de paredes finas indicado tiene, por el lado del ánodo-concentrador, la superficie plana o cóncava. Esto lentifica sustancialmente formación sobre las paredes de la cámara de una capa de depósitos que contienen productos de los procesos picnucleares.

50 En su tercera parte auxiliar el problema propuesto está resuelto debido a que *según la invención* en el cátodo de plasma simétrico al eje, el cual tiene la varilla electroconductible para conectarlo a la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje y el elemento dieléctrico de tope, al menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo, el perímetro del tope posterior del elemento dieléctrico abraza el perímetro de la varilla indicada con un huelgo continuo.

55 El elemento dieléctrico de tope del dicho cátodo en caso de su perforación a lo largo de la superficie se cubre con la plasma efectivamente en un instante. El trabajo de salida de electrones de tal plasma es próximo al cero. Por esto la corriente en el intersticio entre electrodos del DRV y, respectivamente, la energía sumaria de electrones en el haz electrónico efectivamente coinciden con los valores máximos de estos parámetros físicamente admisibles. Es por esto que el cátodo de plasma, según la invención, debería usarse preferiblemente en dispositivos a base del DRV para compresión de la sustancia por impacto.

ES 2 272 994 T3

La primera diferencia adicional consiste en que la varilla electroconductible del cátodo de plasma es aguda mientras que el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para instalarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio indicado. Como ya se ha dicho, esto permite usar el cátodo de plasma por lo menos como uno de los medios de regular el intersticio en el DRV.

La segunda diferencia adicional consiste en que el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio cerrado, lo que es preferible al regular el intersticio entre electrodos en el DRV.

La tercera diferencia adicional consiste en que el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio pasante, lo que es preferible al regular la formación de la nube de plasma en caso de una perforación y para estabilizar el funcionamiento del DRV.

La cuarta diferencia adicional consiste en que el elemento dieléctrico de tope está fabricado de un material elegido del grupo que consta de polímeros de cadena de carbonos con lazos unitarios carbono-carbono, materiales compuestos con ligantes orgánicos tipo laminado de papel o textolita, ébano, mica natural o sintética, óxidos puros de metales de los grupos III-VII del sistema periódico de elementos de Mendeleev, vidrios no orgánicos, sitall, dieléctricos cerámicos y fieltro de fibras de basalto.

Esta lista de preferencias permite escoger materiales dieléctricos teniendo en la cuenta exigencias diferentes. Por ejemplo, los materiales dieléctricos indicados y el fieltro de fibra de basalto son deseables debido a las razones de cuan conveniente sería fabricar los elementos dieléctricos de tope y manipularlos regulando el intersticio entre electrodos en el DRV, mientras que otros materiales dieléctricos mencionados son deseables desde la reivindicación de vista de su resistencia a desgaste y de su mínima influencia sobre la presión residual en la cámara de vacío del DRV después de cada uno de los "bombardeos" seguidos.

La quinta diferencia adicional consiste en que el elemento dieléctrico de tope tiene la superficie desarrollada, lo que facilita la formación de la nube de plasma en caso de perforación.

La sexta diferencia adicional consiste en que la dimensión mínima transversal del elemento dieléctrico indicado es $c_{de\ min} = (5-10) * c_{vc\ max}$, mientras que la longitud de este elemento es $l_{de} = (10-20) * c_{vc\ max}$, donde $c_{vc\ max}$ es la dimensión máxima transversal de la varilla electroconductible. Con estas dimensiones relativas de las partes del cátodo de plasma el pinch en el intersticio entre electrodos del DRV se queda absolutamente excluido y también se garantiza el auto-enfoque del haz electrónico sobre una parte sustancial del ánodo-concentrador.

Se debe comprender,

que al escoger variantes específicas de realización de la invención serán posibles combinaciones arbitrarias de las diferencias adicionales mencionadas con la idea principal de invención,

que esta idea, dentro del contorno de la fórmula de la invención, podrá ser completada y/o clarificada sirviéndose de conocimientos habituales de peritos y

que los ejemplos preferibles de implementación de la idea de invención no limitarán el volumen de los derechos a base de la invención de forma ninguna.

Breve descripción de los dibujos

A seguir se explica la esencia de la invención (basándose en los ejemplos de transmutación de los núcleos en los procesos picnonucleares) por medio de una descripción detallada de la estructura del dispositivo y del método de compresión de la sustancia por impacto con referencias a los diseños que se incluyen como apéndices donde las figuras respectivas demuestran lo siguiente:

Figura 1 - esquema estructural de situación recíproca de los electrodos del DRV con indicación de parámetros geométricos regulables;

Figura 2 - esquema estructural de la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje;

Figura 3 - estructura preferible del cátodo de plasma simétrico al eje (sección longitudinal a lo largo del eje de simetría);

Figura 4 - vista del tope posterior del cátodo de plasma simétrico al eje en el plano IV-IV (con la sección transversal de la varilla electroconductible);

Figura 5 - ánodo-concentrador de una plaza simétrico al eje, el cual se usa como el objetivo para demostrar la compresión de sustancia por impacto hasta el estado superdenso (en la sección longitudinal a lo largo del eje de simetría);

ES 2 272 994 T3

Figura 6 - ánodo-concentrador hueco simétrico al eje con el objetivo insertado esferoidal destinado, por ejemplo, para transmutar al menos parcialmente los isótopos radioactivos de vida larga de los elementos químicos escogidos en los isótopos estables de principalmente otros elementos químicos (en la sección longitudinal a lo largo del eje de simetría);

5 Figura 7 - diagrama de cambio del voltaje y corriente en el impulso de descarga del DRV;

Figura 8 - diagrama de la distribución absoluta (en porcentaje de la masa) de los elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del cobre químicamente puro;

10 Figura 9 - diagrama de la distribución relativa de los mismos elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del cobre químicamente puro;

15 Figura 10 - diagrama de distribución absoluta (en porcentaje de la masa) de los elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del tántalo químicamente puro;

Figura 11 - diagrama de la distribución relativa de los mismos elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del tántalo químicamente puro;

20 Figura 12 - diagrama de distribución absoluta (en porcentaje de la masa) de los elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del plomo químicamente puro;

Figura 13 - diagrama de la distribución relativa de los mismos elementos químicos por las masas de los núcleos atómicos en los productos de transmutación del plomo químicamente puro;

25 Figura 14 - espectro de masa de referencia de los isótopos del níquel obtenido por medio de estudio de muestras del níquel, el cual coincide con la distribución de tales isótopos en la corteza terrestre;

30 Figura 15 - espectro de masa de distribución relativa de los isótopos del níquel en una de las aglomeraciones en la pantalla de cobre obtenidos como resultado de los procesos piconucleares en el modelo de cobre de una pieza (muestra No. 1);

Figura 16 - espectro de masa semejante al de la Figura 16 obtenido durante estudio de otra aglomeración de los átomos del níquel en la misma pantalla;

35 Figura 17 - microfotografía del producto de la compresión de sustancia por impacto hasta el estado superdenso en forma de una semiesfera con cavidad esférica "clavada" en la pantalla de cobre y mordida parcialmente con un haz de iones.

40 **Mejor modo de llevar a cabo la invención**

Según la invención (Véase Figura 1), el dispositivo está hecho a base del DRV. Sus partes esenciales son:

45 cuerpo resistente estanco a gas 1, una parte del cual está fabricada de un material electroconductor (por ejemplo, de cobre o de acero inoxidable), es simétrica al eje y limita la cámara de vacío encerrada en su posición de trabajo con la tapa dieléctrica de tope 2; dicha cámara puede conectarse en la medida necesaria a la pompa de vacío a través de por lo menos una tubuladura que no se indica separadamente;

50 la varilla electroconductor simétrica al eje de uso permanente 3 que tiene forma preferiblemente redonda en la sección transversal y cónica en la sección longitudinal, la cual va sujeta firme y herméticamente en la tapa 2 y sirve para conectar el DRV a la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje;

cátodo de plasma simétrico al eje reemplazable (en la medida de su desgaste) que tiene:

55 - la varilla electroconductor 4 cuyo cabo está sujeta en la varilla 3 y

- elemento dieléctrico de tope 5 acoplado rígidamente con la varilla 4 cuya área del tope de trabajo excede el área de la sección transversal de la varilla 4;

60 ánodo-concentrador 6 simétrico al eje, el cual puede ser de una pieza o puede incluir el objetivo 7, y cuya área máxima de la sección transversal es menor que el área de la superficie emisora del elemento dieléctrico 5 de tope;

según la necesidad, la pantalla 8 de un material preferiblemente electroconductor, la cual está instalada en el cabo del ánodo-concentrador 6;

65 por lo menos un medio (que no se indica separadamente y está designado convencionalmente sólo por pares de flechas debajo de la imagen del cátodo de plasma 4, 5 y del ánodo-concentrador 6) para regular el intersticio entre electrodos, es decir del huelgo entre la reivindicación de intersección de la superficie de tope del elemento dieléctrico

ES 2 272 994 T3

5 con el eje de su simetría y la reivindicación semejante en el tope del ánodo-concentrador 6 que se encuentran efectivamente en el mismo eje geométrico.

La fuente de alimentación por impulsos del DRV (véase la Figura 2) en el caso más simple puede estar hecho en forma del sistema bien conocido por los peritos que incluye por lo menos un acumulador de energía por capacidad o por inducción con por lo menos dos interruptores de corriente de plasma (o de otro tipo). Le preferencia, sin embargo, debería darse a tales fuentes de alimentación "híbridas" (véase, por ejemplo, 1. P.F. Ottinger, J.Appl.Phys., **56**, No.3, 1984; 2. G.I. Dolgachev *et al. Physics of Plasma*, **24**, N° 12, c.1078, 1984) que tienen las unidades siguientes conectadas en serie (véase la Figura 2):

transformador de entrada 9 con el medio de conexión a la red eléctrica industrial con el devanado de salida de alto voltaje,

circuito LC 10 que contiene condensadores y elementos inductivos que no se indican separadamente, y

bloque 11 de interrupción por plasma de la corriente de descarga en el circuito LC que contiene varios cañones de plasma bien conocidos para los peritos, los cuales se ubican en el mismo plano; la cantidad de tales cañones (en particular, hasta 12 piezas) habitualmente iguala a la cantidad de condensadores en la composición del circuito LC.

Es natural que junto con los bloques "de fuerza" indicados, como regla, se incluyen en la composición de las fuentes de alimentación por impulso del DRV tales medios de medición de corrientes y voltajes de impulsos que no se designan separadamente, como por lo menos un cinto de Rogovskiy y por lo menos un divisor de potencia por capacidad.

La fuente de este tipo fue usada para alimentar el DRV en los experimentos de compresión de la sustancia por impacto hasta el estado superdenso que se presentan a seguir. Esta fuente pudo proporcionar los valores de parámetros controlables siguientes:

energía media de electrones en el haz de 0,2 a 1,6 MeV;

duración de existencia del haz electrónico hasta 100 ns;

potencia del haz electrónico de $2 \cdot 10^9$ a $0,75 \cdot 10^{12}$ W;

corriente de descarga de alto voltaje de 10 κ A a 500 κ A.

Se recomienda observar una serie de condiciones para realizar eficazmente el método de compresión de la sustancia por impacto al fabricar ciertas partes del DRV y de los objetivos.

Por ejemplo, la distancia desde el eje común geométrico del cátodo de plasma 4,5 y ánodo-concentrador 6 hasta el lado interno de la pared electroconductible del cuerpo 1 deberá exceder $50d_{\max}$ donde d_{\max} es la dimensión transversal máxima del ánodo-concentrador 6.

Es oportuno que el cátodo de plasma (véase la Figura 3) tenga la varilla electroconductible aguda 4 y el elemento dieléctrico de tope 5 con orificio cerrado o pasante. Este elemento 5 debe ir puesto sobre la varilla 4 un poco ajustadamente de forma que el asiento 4 junto con la punta se encuentre dentro del orificio mencionado. Con esto, la forma de este orificio y de la sección transversal 4 (cuando la condición de simetría al eje esté satisfecha) en su sección transversal puede ser diferente de la redonda (por ejemplo, oval, elíptica, esteliforme según se demuestra en la Figura 4, etc.).

Es oportuno también que el perímetro del tope posterior del elemento dieléctrico 5 (Véase Figura 4) abrace, por lo menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo de plasma, el perímetro de la varilla electroconductible 4 con el huelgo continuo. Está claro que esta condición puede ser cumplida con formas diferentes de las secciones transversales de la varilla 4 y del elemento 5.

Es muy deseable que el elemento dieléctrico de tope 5 del cátodo de plasma tenga la superficie externa desarrollada, por ejemplo, originalmente áspera, como se demuestra en la Figura 4, o artificialmente acanalada por lo menos en una dirección arbitraria. En particular, se puede usar los elementos 5 que tienen forma de una estrella de rayos múltiples simétricos al eje.

Es deseable que la dimensión mínima transversal $c_{ed \min}$ del elemento dieléctrico de tope 5 sea escogida en el intervalo de $(5-10) \cdot c_{ed \max}$, mientras que la longitud de este elemento l_{ed} se encuentre dentro del intervalo $(10-20) \cdot c_{ve \max}$, donde $c_{ve \max}$ es la dimensión máxima transversal de la varilla electroconductible 4.

El elemento 5 del cátodo de plasma puede ser fabricado de cualquiera material dieléctrico, el cual, al haberse escogido una forma y dimensiones, sea apto para perforación a un voltaje de trabajo escogido en el intersticio entre electrodos del DRV.

ES 2 272 994 T3

Es deseable que este material se escoja del grupo que consta de polímeros de cadena de carbonos con lazos unitarios carbono-carbono (por ejemplo, polietileno o polipropileno), materiales compuestos con ligantes orgánicos tipo laminado de papel o textolita, ébano, mica natural o sintética, óxidos puros de metales de los grupos III-VII del sistema periódico de elementos de Mendeleev, vidrios no orgánicos, sílice, dieléctricos cerámicos y fieltro de fibras de basalto.

Según ya se ha indicado, el ánodo-concentrador simétrico al eje 6 puede ser:

sea de una pieza (Véase Figura 5) y constar de un material arbitrario sólido preferiblemente metálico en su masa (inclusive tanto metales puros como sus aleaciones), por ejemplo, de cobre, tántalo, plomo, etc.;

o sea puede tener (Véase Figura 6) la envoltura esferoidal 6 por lo menos de una capa de un material preferiblemente electroconductor y el objetivo insertado simétrico al eje 7 seguramente sujetado dentro de ésta y hecho de una sustancia arbitraria condensada (sólida o líquida), la cual sea sujeta a la compresión por impacto.

El diámetro máximo del objetivo insertado simétrico al eje 7 debería ser preferiblemente escogido dentro de límites $(0,05-0,2) \cdot d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del completo ánodo-concentrador 6. Independientemente de la forma geométrica del cuerpo del objetivo 7, éste deberá estar sujetado dentro del ánodo-concentrador 6 de manera que el centro de curvatura de su superficie coincida en práctica con el centro de curvatura de la superficie de trabajo del ánodo-concentrador 6. Es muy importante que la densidad de dislocaciones en el material del ánodo-concentrador 6 y en el del objetivo 7 sea la menor posible y que se asegure el contacto acústico entre estas piezas.

La pantalla 8 instalada en el cabo del ánodo-concentrador 6 se fabrica habitualmente de un material electroconductor y tiene forma de un cuerpo de rotación principalmente de paredes finas. El diámetro de la pantalla deberá ser al menos $5d_{\max}$, mientras que su distanciamiento del tope de trabajo del ánodo-concentrador 6 no sea mayor que $20d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador 6. Es deseable que la pantalla 8 del lado del tope de trabajo del ánodo-concentrador 6 tenga superficie plana o cóncava (Véase figuras 5 y 6).

El método de compresión por impacto de la sustancia con ayuda del dispositivo descrito prevé que:

a) la varilla electroconductor 4 del cátodo de plasma descrito arriba se conecte a la varilla electroconductor no reemplazable 3;

b) se fabrique una reserva de ánodos-concentradores reemplazables 6 con bordes de trabajo preferiblemente arredondados en una de las dos variantes, a saber:

sea en forma de elementos de una pieza del material sujeto a la compresión por impacto (y a la transmutación u otra transformación nuclear),

o sea en forma de envolturas preferiblemente de una capa, dentro de las cuales estén insertadas apretadamente los objetivos 7 del material (que se ha encapsulado previamente si es necesario) sujetos a la compresión por impacto (y a la transmutación u otra transformación nuclear);

c) cuando se desee, por lo menos algunos de los ánodos-concentradores 6 sean dotados con pantallas electroconductores 8 de cobre, plomo, niobio, tántalo, etc.;

d) que cada uno de los ánodos-concentradores 6 seguidos se instale en la cámara de vacío del cuerpo 1 del DRV efectivamente en el mismo eje geométrico con el cátodo de plasma 4,5;

e) el huelgo entre los topes de trabajo del elemento dieléctrico de tope 5 y el ánodo-concentrador se regule de manera que el centro de curvatura de la superficie de trabajo del ánodo-concentrador 6 se halle, al descargarse por impulso la fuente de alimentación en el DRV, dentro del espacio focal del haz electrónico en auto-enfoque colectivo;

f) la cámara de vacío se encierre por medio de instalar la tapa de tope 2 de un material dieléctrico sobre la brida del cuerpo resistente electroconductor estanco a gas 1 del DRV;

g) se cree en la cámara dentro del cuerpo 1 del DRV el vacío:

antes del primer "bombardeo", por lo menos, dos veces (primero, por medio de eliminar el aire y después, por medio de purgar la cámara con nitrógeno puro seco y de eliminar otra vez los gases hasta que la presión residual no sea mayor que $0,1 \text{ Pa}$), y

antes de cada "bombardeo" seguido, por lo menos una vez en caso de que la presión residual exceda el valor indicado;

h) la fuente exterior de alimentación de alto voltaje del DRV se conecte a la red eléctrica a través del transformador de entrada 9 y se acumule la reserva de la energía eléctrica necesaria para el experimento en el circuito LC 10;

ES 2 272 994 T3

i) el circuito *LC* 10 se descargue a través del bloque 11 de interrupción por plasma del impulso de corriente, la varilla electroconductible no reemplazable simétrica al eje 3, la varilla electroconductible reemplazable 4 y el elemento dieléctrico de tope 5 al ánodo-concentrador 6 DRV, generándose con esta descarga el haz electrónico con la energía de los electrones de al menos 0,2 MeV, la densidad de corriente de al menos 10^6 A/cm² (preferiblemente, no mayor que 10^8 A/cm² y especialmente preferible, no mayor que 10^7 A/cm²) y con una duración no mayor de 100 ns (preferiblemente no mayor de 50 ns);

j) se extraigan desde la cámara de vacío del cuerpo 1 del DRV los productos surgidos al comprimirse una parte de la sustancia del objetivo hasta el estado superdenso y que estos productos se estudien usándose los métodos y medios comunes.

Se usaban como objetivos experimentales:

los ánodos-concentradores de una pieza 6 para demostrar el efecto de la transmutación a la compresión por impacto de la sustancia hasta el estado superdenso según la Figura 5; y

ánodos-concentradores huecos 6 con objetivos insertados 7 (observando las condiciones del contacto acústico apretado y coincidencia práctica de los centros de curvatura de las superficies de trabajo) para evaluar la posibilidad de decontaminar materiales radioactivos (Véase figuras 1 y 6).

Los ánodos-concentradores 6 tenían el radio promediado de la curvatura de los bordes de trabajo, como regla, en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm. En particular, éstos fueron fabricados de tales metales químicamente puros como cobre, tántalo y plomo. Tales ánodos-concentradores 6 pueden almacenarse al aire libre. El filme de óxido que surge en este caso en la superficie (especialmente del cobre y plomo) no impide y, según algunas observaciones, aun favorece a su utilización para los fines arriba descritos.

Los objetivos insertados 7 tenían forma de gránulos que fueron fabricadas del isótopo Co⁶⁰ que se vende libremente en el mercado y de mezclas artificiales de Co⁵⁶ y Co⁵⁸ obtenidas por medio de irradiar el níquel natural en el ciclotrón y-120 en el Instituto de Pesquisas Nucleares de la Academia Nacional de Ciencias de Ucrania.

Al usarse tales objetivos, se instalaban dentro de las cámaras de vacío del DRV envolturas adicionales de policaprolactamo (caprón) que no se designan separadamente. Estas envolturas abrazaban ambos electrodos DRV y reducían significadamente el peligro de formación de sedimentación de cobalto radioactivo sobre las paredes del cuerpo 1 y de la tapa 2 del DRV.

Los valores iniciales de radioactividad y los alcanzados después de la transmutación de los isótopos de cobalto se observaban con ayuda de detectores de gama-radiación de germanio y litio universalmente conocidos.

Antes de comenzar los experimentos de trabajo en compresión por impacto de la sustancia hasta el estado superdenso, se realizó más que un mil experimentos “de reglaje”. A base de sus resultados fueron escogidos y especificados los límites del intersticio entre electrodos en el DRV que garanticen (tomando en consideración las dimensiones de las piezas del cátodo de plasma y del ánodo-concentrador, así como los modos específicos de la descarga) que los centros de curvatura de los objetivos se den al espacio focal del haz electrónico del DRV.

Los experimentos de trabajo fueron realizados en series. Series diferentes tenían cantidades diferentes de experimentos: de 50 (para transmutación de cobalto radioactivo) hasta varias centenas. La numeración de todos los experimentos es directa.

Los datos iniciales respecto a los objetivos usados, parámetros de la descarga y resultados obtenidos se inscribían en los registros de laboratorio designándoles números seguidos.

La forma de los impulsos de voltaje y de corriente en el intersticio entre electrodos del DRV y la duración práctica de existencia del haz electrónico se observaba con ayuda de oscilogramas de voltaje y corriente. Los ejemplos típicos de estos oscilogramas se brindan en la Figura 7. Según se ve en estos (y muchos otros) oscilogramas, la duración de existencia del haz electrónico no excede 100 ns.

Es importante subrayar que la corriente del haz electrónico (a pesar de una queda brusca del voltaje en el cátodo de plasma del DRV) se reduce por un valor insignificante en comparación con el valor de pico. Esto confirma la eficacia del uso de los cátodos de plasma en correspondencia con esta invención.

Al procesar estadísticamente los resultados de los experimentos “de reglaje” tomando en consideración los parámetros controlables del proceso de generación del haz electrónico fueron establecidas las normas de referencia para el intersticio entre electrodos, así como fueron determinados los valores probables del volumen del espacio focal (Véase Tabla 1).

TABLA 1

Dependencia del intersticio entre electrodos y del volumen del espacio focal del resto de los parámetros del proceso de generación del haz electrónico

Energía promedia de electrones en el haz, MeV	Dimensiones del elemento dieléctrico del cátodo de plasma, mm		Dimensiones del tope de trabajo del ánodo-concentrador		Intersticio entre electrodos, mm	Volumen del espacio focal, mm ³
	diámetro	longitud	radio de curvatura, mm	área, mm ²		
0,2	4,0-6,0	5,0	0,25	0,75	2,0-3,0	0,02
0,5	16,0-24,0	8,75	0,45	2,4	7,0-10,5	0,12
1,0	45,0-67,0	9,5	0,73	6,7	36,5-55,0	cerca de 0,5
1,5	80,0-120,0	15,25	cerca de 1,0	cerca de 12,3	≥ 59	cerca de 1,3

En los experimentos de trabajo ulteriores la observación de los indicados límites del intersticio entre electrodos en el DRV aseguró que:

primero, los centros de curvatura de la superficie de trabajo de los ánodos-concentradores de una pieza 6 (y, al usarse los objetivos 7, los centros de curvatura de sus superficies también) cayesen en el espacio focal del haz electrónico en auto-enfoque colectivo, y

segundo, el efecto de transmutación se observase a cada una de las descargas por impulso de la fuente de alimentación en el DRV.

Además, con observación de los parámetros indicados en la Tabla 1, se lograba proporcionar la densidad de la corriente en la superficie del tope de trabajo del ánodo-concentrador 6 en el intervalo de 10^6 A/cm² a 10^8 A/cm². En la mayoría de los experimentos de compresión por impacto este parámetro se mantenía en el intervalo de 10^6 A/cm² a 10^7 A/cm².

Los resultados de todos los experimentos de trabajo parecían semejantes, a saber:

surgían de una parte (cerca de 30% por la masa) del material inicial los productos de transmutación en forma de un espectro amplio de los isótopos normalmente estables de los elementos químicos (tanto ligeros como pesados y hasta superpesados transuránicos) variados;

estos productos y los residuos de los ánodos-concentradores 6 (y de los objetivos insertados 7) que no habían cambiado su composición química se esparcían desde la zona de la compresión por impacto de la sustancia hasta el estado superdenso principalmente en la dirección contraria al cátodo de plasma y se depositaban en forma de aglomeraciones guttifórmes de formas y dimensiones variadas en las paredes de la cámara de vacío del DRV y/o en las pantallas 8, si éstas se utilizaban.

Los productos indicados se recogían para estudios ulteriores.

Para registrar ciertas aglomeraciones de los productos de transmutación y para determinar su posición sobre las superficies (en particular, en las pantallas 8) con el fin de estudiar posteriormente su composición por elementos e isótopos (y en ciertos casos, para registrar la forma exterior de tales productos) se usaban microscopios-microanalizadores tipo P \geq MMA-102, "Tesla" y "Cameca" y para estudiar la composición de los productos indicados por elementos e isótopos, Auger espectrómetro modelo "Jamp 10S" de la compañía japonesa JEOL, espectrómetro de masa por impulsos de medición del tiempo de vuelo diseñado en la Universidad Nacional "Taras Shevchenko" en Kiev (Ucrania), micro-sonda iónica modelo IMS-4f de CAMECA espectrómetro de masa de alta sensibilidad modelo VG9000 de la FINNIGAN.

El resultado de todos los experimentos de trabajo de la compresión por impacto hasta el estado superdenso de los ánodos-concentradores 6 fue que se halló una incoincidencia sustancial de sus composiciones iniciales, las cuales estaban constituidas efectivamente en todos los objetivos por un solo elemento químico, con la composición por elementos e isótopos de los productos de la transmutación.

ES 2 272 994 T3

Para convencernos de esto, veamos las figuras 8-13 donde las líneas verticales rayadas marcan la carga del núcleo del elemento químico “madre”.

Como una aclaración notemos que la presencia en los productos de transmutación de los isótopos de los elementos químicos que no habían formado parte del material inicial del objetivo se marca en las figuras 8, 10 y 12 dos veces, a saber:

círculos claros: en correspondencia con su concentración en los productos indicados de los procesos picnonucleares y

cuadrados negros: en correspondencia con su concentración en la corteza terrestre.

Es fácil determinar las cargas de los núcleos de estos isótopos y su porcentaje en la masa guiándonos de las designaciones numéricas por el eje de abscisas y por el eje de ordenadas respectivamente.

En las figuras 9, 11 y 13, con ayuda de triángulos claros y símbolos químicos que van junto a éstos, se indica la desviación relativa de las concentraciones Y de los elementos químicos específicos de la norma natural calculada por la fórmula:

$$\frac{A - B}{A + B} = Y,$$

donde

A es el porcentaje de un cierto isótopo de un cierto elemento químico en los productos de transmutación (% de masa), y

B es el porcentaje del mismo isótopo del mismo elemento químico en la corteza terrestre (% de masa).

Como se puede ver con evidencia en las figuras 8, 10 y 12, la transmutación de cobre, tántalo y plomo iniciales conduce a aparición de un espectro amplio de los isótopos de varios elementos químicos con las cargas Z de los núcleos que pueden ser tanto mayores como menores de la carga de los núcleos del elemento “madre”.

No obstante, cuanto mayor es la carga de los núcleos del material del objetivo, tanto más probable es que aparezcan elementos químicos estables transuránicos (inclusive los que no han sido identificados todavía) con masas atómicas mayores de 250 unidades de masa atómica (u.m.a.) (y en ciertos casos que necesitan una verificación adicional, hasta 600 u.m.a. y más).

La presencia de los átomos con estas masas que se habían descubierto primero por el método de espectrometría de masa por iones más tarde fue verificada por los peritos conocidos en la rama de la física nuclear usándose métodos de esparcimiento de retorno de alfa-partículas y protones.

Con todo esto, se ve con evidencia en las figuras 9, 11 y 13 que las concentraciones de una parte sustancial de los elementos químicos en los productos de transmutación exceden con una certeza estadística (más que tres veces y para ciertos elementos, 5-10 y más veces) sus concentraciones normales en la corteza terrestre (Véase las áreas destacadas con color gris en el intervalo de valores de Y de 0,5 a 1,0). Esto certifica con evidencia el origen artificial de tales productos de los procesos picnonucleares.

Los resultados semejantes respecto a alteración de la composición por elementos e isótopos fueron obtenidos también en los experimentos con los objetivos de cobalto radioactivo. Sin embargo, en estos casos la atención principal fue prestada a reducción de la radioactividad en los productos de esparcimiento de los objetivos debida a la transmutación de los núcleos radioactivos de cobalto en aquellas partes de los objetivos que entraban en el espacio focal en los isótopos estables no radioactivos de otros elementos químicos.

Para muestras diferentes esta reducción fue bastante diferente, lo que se puede explicar con diferencias en la densidad del contacto acústico entre las paredes internas de las cavidades en los ánodos-concentradores y el material de los objetivos insertados 7 (Véase la selección de los datos del registro de laboratorio en la Tabla 2).

TABLA 2

Reducción de la radioactividad de los productos de esparcimiento de los objetivos de cobalto

No. de la muestra	Reducción de la actividad gama, %	No. de la muestra	Reducción de la actividad gama, %	No. de la muestra	Reducción de la actividad gama, %
2397	47,6	2479	2,2	2588	46,5
2398	10,7	2481	22,8	2600	33,3
2425	21,6	2534	29,5	2769	28,9
2426	17,0	2558	22,9	2770	36,4

En efecto, como resultado de la transmutación la muestra No. N° 2479 fue desactivada sólo a los 2,2%, mientras que las muestras No.2397 y No.2588 perdieron más que el 45% de su actividad.

Además, fue establecido con certeza que la distribución de los isótopos en las aglomeraciones de átomos de cada uno de los elementos químicos detectados en los productos de los procesos piconucleares se difiere sustancialmente de la distribución de los mismos isótopos en la corteza terrestre.

Un ejemplo más brillante de los resultados de este género es una diferencia sorprendente entre la distribución normal de los isótopos de níquel en las muestras naturales (Figura 14) y en dos aglomeraciones de los átomos de níquel obtenidos por medios de transmutación del cobre (figuras 15 y 16). Por ejemplo, hasta el 70% de la masa del níquel natural se constituye por el isótopo Ni⁵⁸, mientras que en los productos de transmutación del cobre (con predominancia del isótopo Cu⁶³ en el objetivo) el porcentaje del Ni⁵⁸ apenas excedió los 10%. De forma similar, se redujo notablemente (casi dos veces) la concentración del isótopo Ni⁶⁰, mientras que la concentración del Ni⁶² se aumentó bruscamente.

Por fin, una prueba evidente de la compresión por impacto de la sustancia hasta el estado superdenso por el método ofrecido por la invención es la irrupción desde el espacio focal del DRV de cuerpos bastante grandes cuya forma certifica con evidencia que en este espacio existen condiciones para surgimiento efímero de la plasma por lo menos electrónica-nuclear y, con bastante probabilidad, de la plasma electrónica-nuclónica.

Por ejemplo, en la Figura 17 se ve en el fondo de la pantalla de cobre una semiesfera de hierro que contiene el 93% Fe de masa con impurezas de los isótopos de silicio y cobre.

Es evidente que esta semiesfera es un fragmento del cuerpo esférico que se formó de la parte sustancial del ánodo-concentrador de cobre de una pieza 6 (muestra No. 4908, de acuerdo con el registro de laboratorio). Ésta tiene el diámetro externo de cerca 95 mcm y la cavidad interna efectivamente concéntrica cerca de 35 mcm de diámetro. Las asperezas sobre la parte mayor del tope anular de la semiesfera son debidos a la fractura de la esfera inicial.

Es fácil asumir que en el experimento con la muestra No. 4908 el centro del espacio focal del haz electrónico efectivamente coincidió con el centro de curvatura del objetivo. En este caso el impulso en forma de soliton se auto-enfocó dentro del volumen que está representado con la cavidad esférica en el producto descrito.

Aplicación industrial

El dispositivo propuesto para la compresión de la sustancia por impacto puede ser realizado usándose las piezas y elementos que se venden en el mercado; el método propuesto puede usarse para elaborar y efectuar los procesos tecnológicos económicos y ecológicamente seguros:

primero, la síntesis de los elementos químicos estables transuránicos, lo que es muy importante para mejorar los conocimientos sobre la naturaleza;

segundo, la transmutación de los núcleos de los elementos químicos conocidos para producción experimental de sus isótopos estables y para descontaminación de los materiales radioactivos (incluyendo los deshechos de la energética nuclear) que contiene isótopos radioactivos de vida prolongada; y,

tercero, la síntesis inercial termonuclear usándose como combustible los elementos químicos ampliamente difundidos en la naturaleza y sus compuestos.

REIVINDICACIONES

1. El método de la compresión de la sustancia por impacto usándose el diodo relativista de vacío (DRV), el cual tiene una cámara de vacío (1) con paredes electroconductibles, un cátodo de plasma (4,5) y un ánodo-concentrador (6) simétricos al eje; el método comprende:

fabricación del objetivo (7) en forma de una pieza simétrica al eje de una sustancia condensada, el cual sirve de al menos una parte del ánodo-concentrador (6),

instalación del ánodo-concentrador (6) en el DRV con un huelgo respecto al cátodo de plasma (4,5) efectivamente en el mismo eje geométrico con éste; y

descarga por impulso de la fuente de alimentación en el DRV en el modo de auto-enfoque del haz electrónico sobre la superficie del ánodo-concentrador (6), **caracterizado** porque se usa el cátodo simétrico al eje en forma de una varilla electroconductible (4) con un elemento dieléctrico de tope (5) con el perímetro del tope posterior por lo menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo en general abraza el perímetro de la varilla (4) indicada con un huelgo continuo, y el área de la superficie emisora excede el área máxima de la sección transversal del ánodo-concentrador (6),

el ánodo-concentrador (6) se instala con un huelgo respecto al cátodo de plasma (4,5) que asegure que el centro de curvatura de la superficie de trabajo del ánodo-concentrador (6) se encuentre dentro del espacio focal del haz electrónico en auto-enfoque colectivo,

el haz electrónico con energía de electrones de al menos 0,2 MeV, densidad de corriente de al menos 10^6 A/cm² y duración de no más que 100 ns actúa sobre el ánodo-concentrador (6).

2. El método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque se usa en la composición del DRV el cátodo de plasma simétrico al eje cuya varilla electroconductible es aguda y el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para instalarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio indicado.

3. El método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque el objetivo se fabrica en forma de un inserto a la parte central del ánodo-concentrador del DRV y el diámetro de ésta se escoge dentro del intervalo de 0,05 a 0,2 de la dimensión máxima transversal d_{max} del ánodo-concentrador.

4. El método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque se comunica la forma esferoidal por lo menos a aquella parte del ánodo-concentrador que da al cátodo de plasma.

5. El método según la reivindicación 3 **caracterizado** porque el objetivo se forma como un cuerpo esferoidal que se sujeta firmemente dentro del ánodo-concentrador de manera que los centros del esferoide interno y del externo efectivamente coinciden.

6. El método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque actúa sobre el ánodo-concentrador el haz electrónico con energía de electrones hasta 1,5 MeV, densidad de corriente de no más que 10^8 A/cm² y duración no más que 50 ns.

7. El método según la reivindicación 6 **caracterizado** porque la densidad de corriente en el haz electrónico no excede 10^7 A/cm².

8. El método según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la presión residual en la cámara de vacío del DRV se mantiene al nivel de no más que 0,1 Pa.

9. El dispositivo para compresión de la sustancia por impacto a base del DRV que tiene:

un cuerpo resistente estanco a gas una parte del cual está fabricada del material electroconductible, simétrico al eje y que limita la cámara de vacío (1), y

un cátodo de plasma (4,5) y un ánodo-concentrador (6) simétricos al eje instalados con un huelgo efectivamente sobre el mismo eje geométrico, de los cuales al menos el cátodo va conectado a la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje, que se **caracteriza** porque

el cátodo de plasma está fabricado en forma de una varilla electroconductible con el elemento dieléctrico de tope cuyo perímetro del tope posterior por lo menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo abraza el perímetro de la varilla mencionada con un huelgo continuo y su área de la superficie emisora excede el área máxima de la sección transversal del ánodo-concentrador,

por lo menos uno de los electrodos del DRV está dotado de un medio de regulación del intersticio entre electrodos, y

ES 2 272 994 T3

la distancia desde el eje geométrico común del cátodo de plasma y el ánodo-concentrador indicados hasta el lado interior de la pared electroconductible de la cámara de vacío excede $50d_{\max}$ donde d_{\max} es el diámetro máximo transversal del ánodo-concentrador.

5 10. El dispositivo según la reivindicación 9 **caracterizado** porque la varilla electroconductible del cátodo de plasma está aguda y el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para colocarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio mencionado.

10 11. El dispositivo según la reivindicación 9 **caracterizado** porque el ánodo-concentrador tiene la forma redonda en la sección transversal y esta enteramente hecho de un material electroconductible en su masa principal sujeto a la transmutación.

15 12. El dispositivo según la reivindicación 9 **caracterizado** porque el ánodo-concentrador es compuesto e incluye una envoltura sólida de al menos una capa y el objetivo insertado abrazado firmemente con esta envoltura en forma de un cuerpo de rotación y fabricado de un material arbitrario condensado y tiene un diámetro escogido dentro de límites de $(0,05-0,2)*d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima transversal del ánodo-concentrador.

20 13. El dispositivo según la reivindicación 9 **caracterizado** porque va instalada en el cabo del ánodo-concentrador por lo menos una pantalla de un material preferiblemente electroconductible.

25 14. El dispositivo según la reivindicación 13 **caracterizado** porque la pantalla indicada está fabricada en forma de un cuerpo de rotación de paredes finas, el diámetro del cual constituye al menos $5d_{\max}$ y el cual está distanciado del tope de este ánodo más próximo al cátodo de plasma a una distancia hasta $20d_{\max}$, donde d_{\max} es la dimensión máxima indicada del ánodo-concentrador.

30 15. El dispositivo según la reivindicación 14 **caracterizado** porque el cuerpo de rotación indicado desde el lado del ánodo-concentrador tiene superficie plana o cóncava.

35 16. El cátodo simétrico al eje para el DRV que tiene una varilla electroconductible (4) para conectarlo a la fuente de alimentación por impulsos de alto voltaje y el elemento dieléctrico de tope (5) **caracterizado** porque por lo menos en el plano perpendicular al eje de simetría del cátodo el perímetro del tope posterior del elemento dieléctrico (5) abraza el perímetro de la varilla (4) indicada con un huelgo continuo.

40 17. El cátodo según la reivindicación 16 **caracterizado** porque su varilla electroconductible es aguda y el elemento dieléctrico de tope tiene un orificio para colocarlo sobre la varilla indicada cuyo asiento junto con la punta se encuentran dentro del orificio indicado.

45 18. El cátodo según la reivindicación 17 **caracterizado** porque su elemento dieléctrico de tope tiene un orificio cerrado.

50 19. El cátodo según la reivindicación 17 **caracterizado** porque su elemento dieléctrico de tope (5) tiene un orificio pasante.

55 20. El cátodo según la reivindicación 16 **caracterizado** porque el elemento dieléctrico de tope está hecho de un material escogido del grupo que consta de polímeros de cadena de carbonos con lazos unitarios carbono-carbono, materiales compuestos con ligantes orgánicos tipo laminado de papel o textolita, ébano, mica natural o sintética, óxidos puros de metales de los grupos III-VII del sistema periódico de elementos de Mendeleev, vidrios no orgánicos, sitall, dieléctricos cerámicos y fieltro de fibras de basalto.

60 21. El cátodo según la reivindicación 16 o según la reivindicación 17, 17 ó 18, **caracterizado** porque el elemento dieléctrico de tope tiene una superficie desarrollada.

65 22. El cátodo según la reivindicación 16 ó 17 **caracterizado** porque la dimensión mínima transversal del elemento dieléctrico indicado $c_{ed \min} = (5-10)*c_{ve \max}$, mientras que la longitud de este elemento $l_{ed} = (10-20)*c_{ve \max}$, donde $c_{ve \max}$ es la dimensión máxima transversal de la varilla electroconductible.

60

65

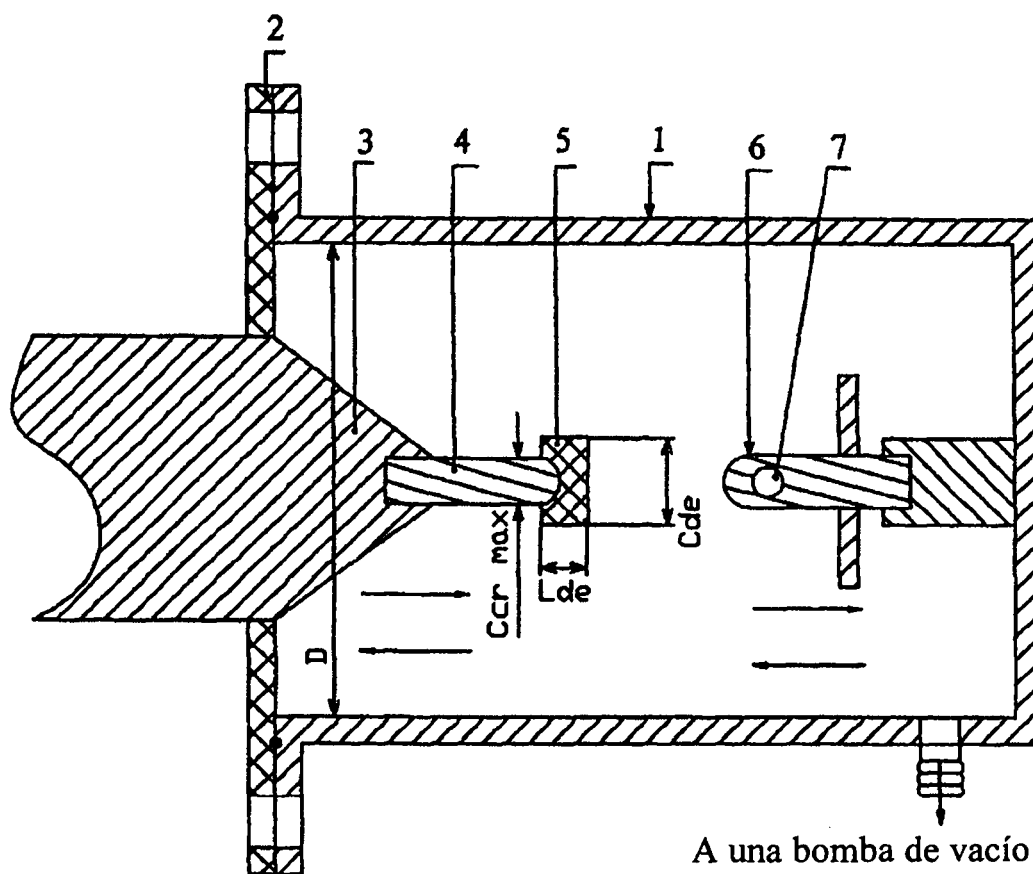


Fig. 1

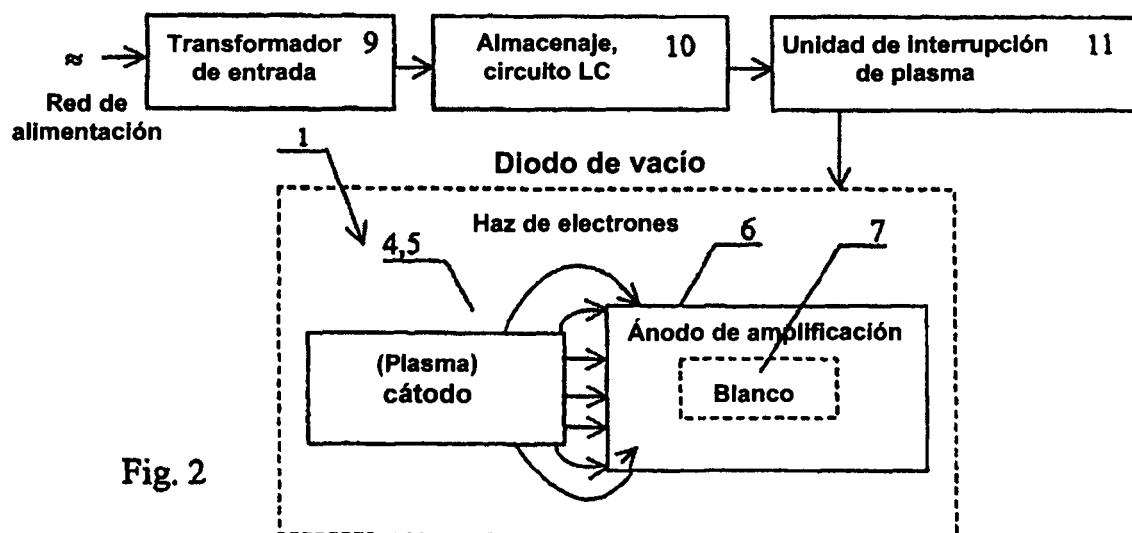


Fig. 2

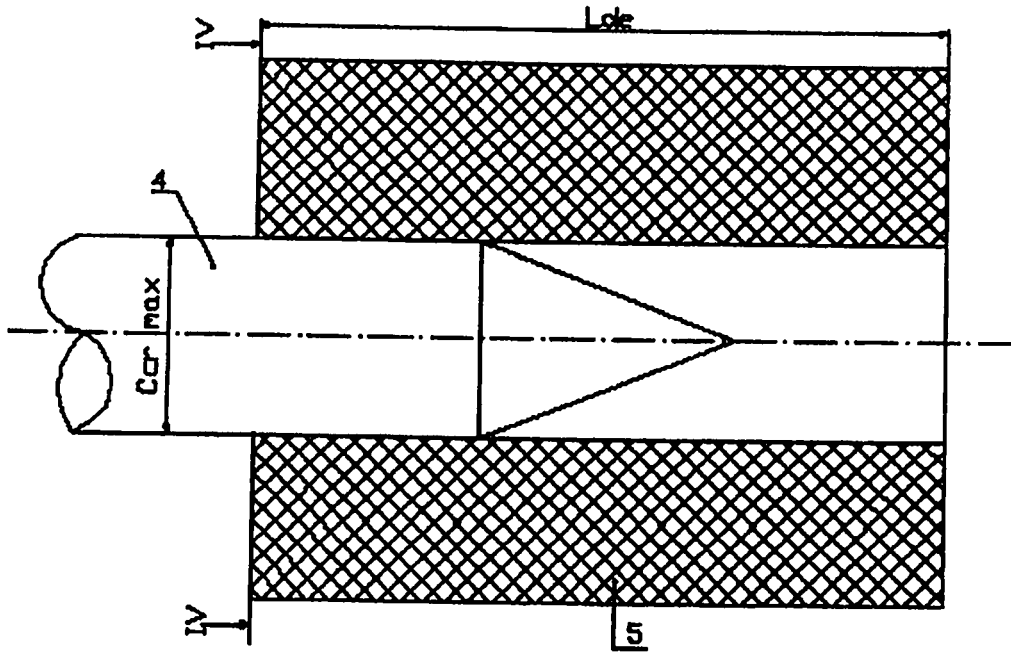


Fig. 3

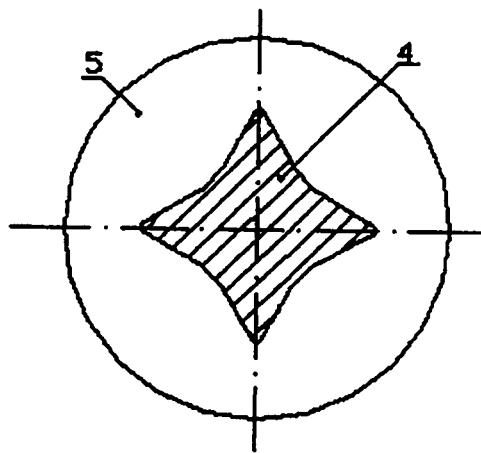


Fig. 4

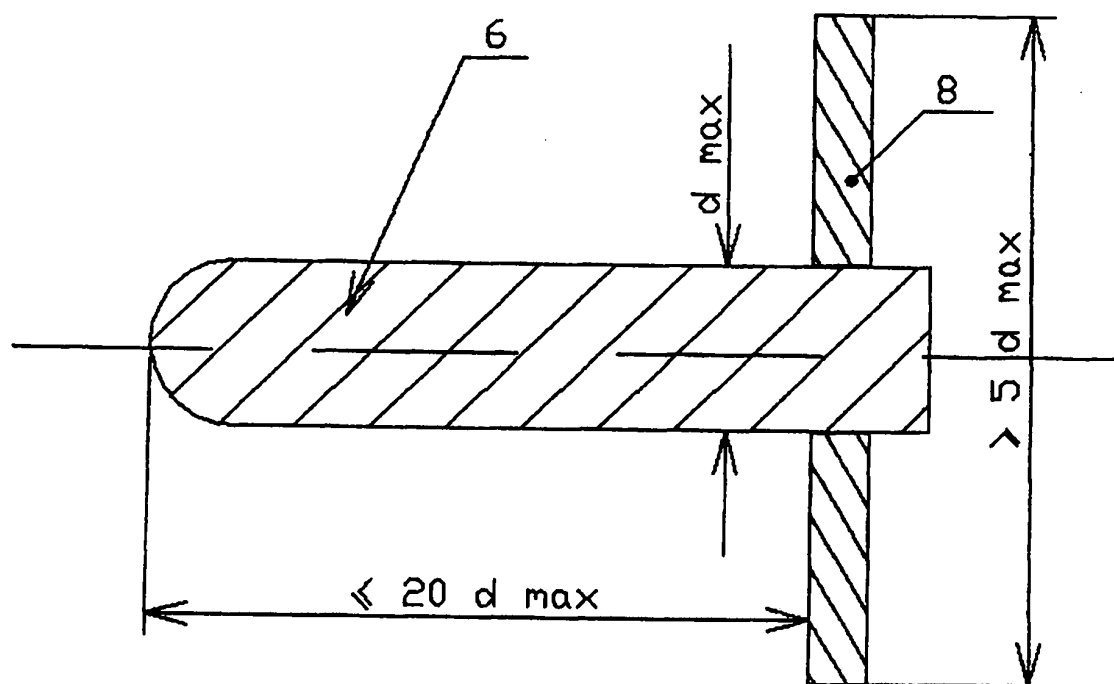


Fig. 5

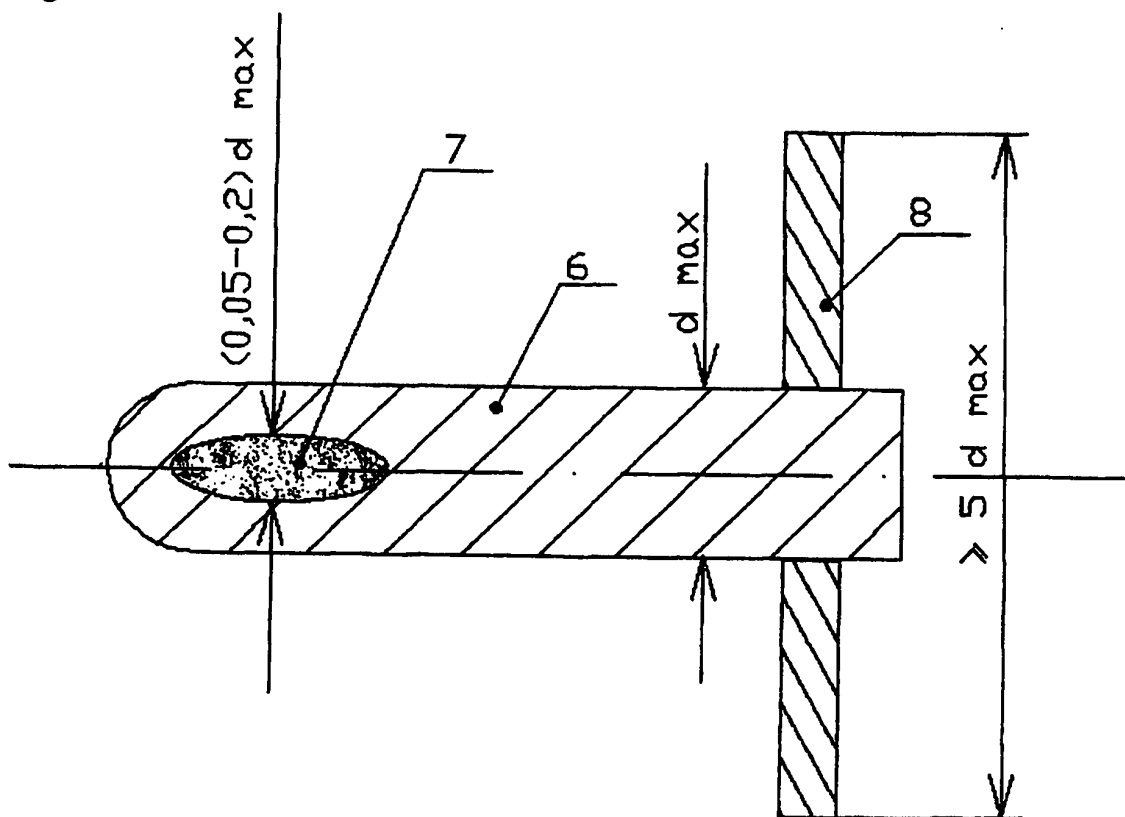


Fig. 6

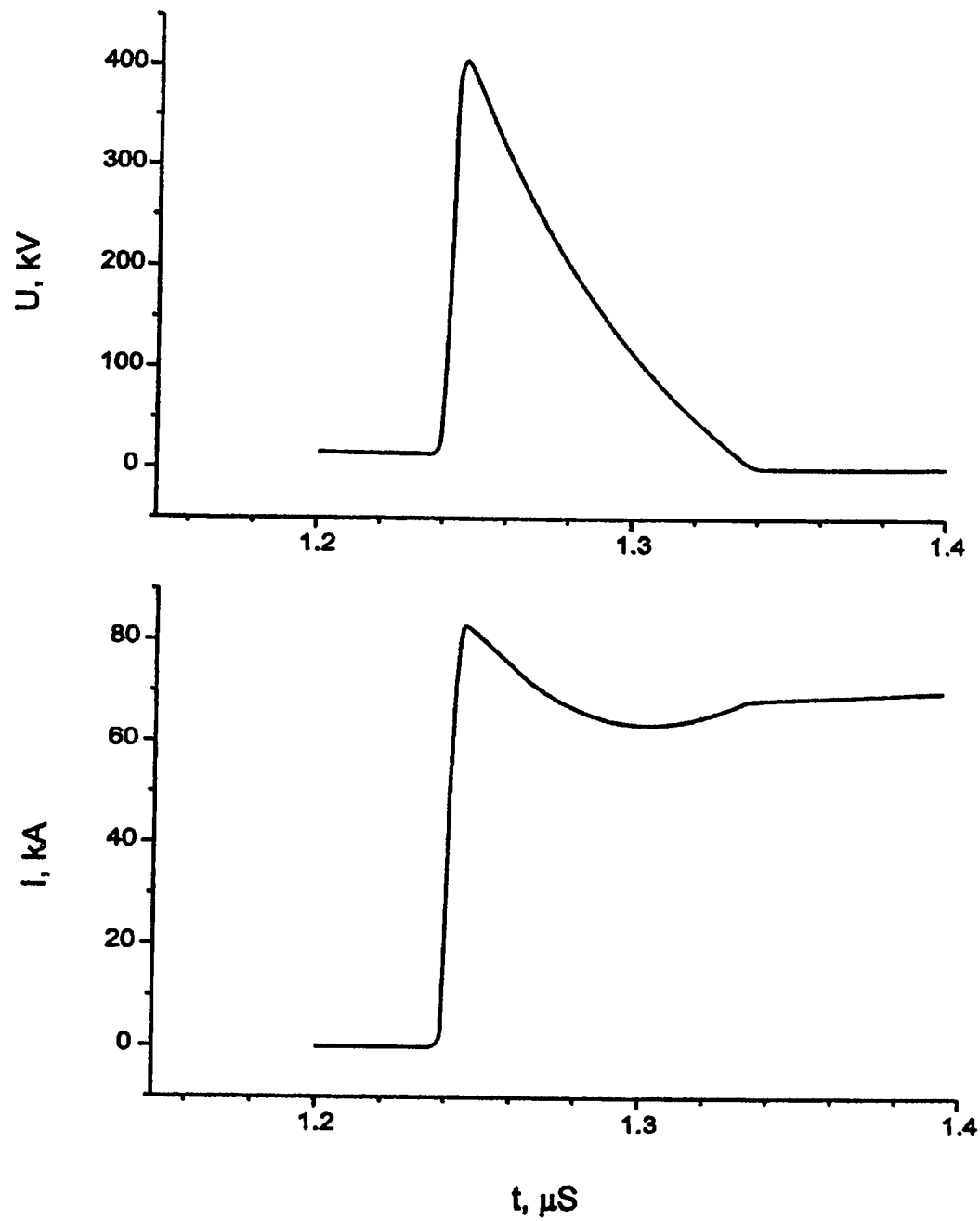


Fig. 7

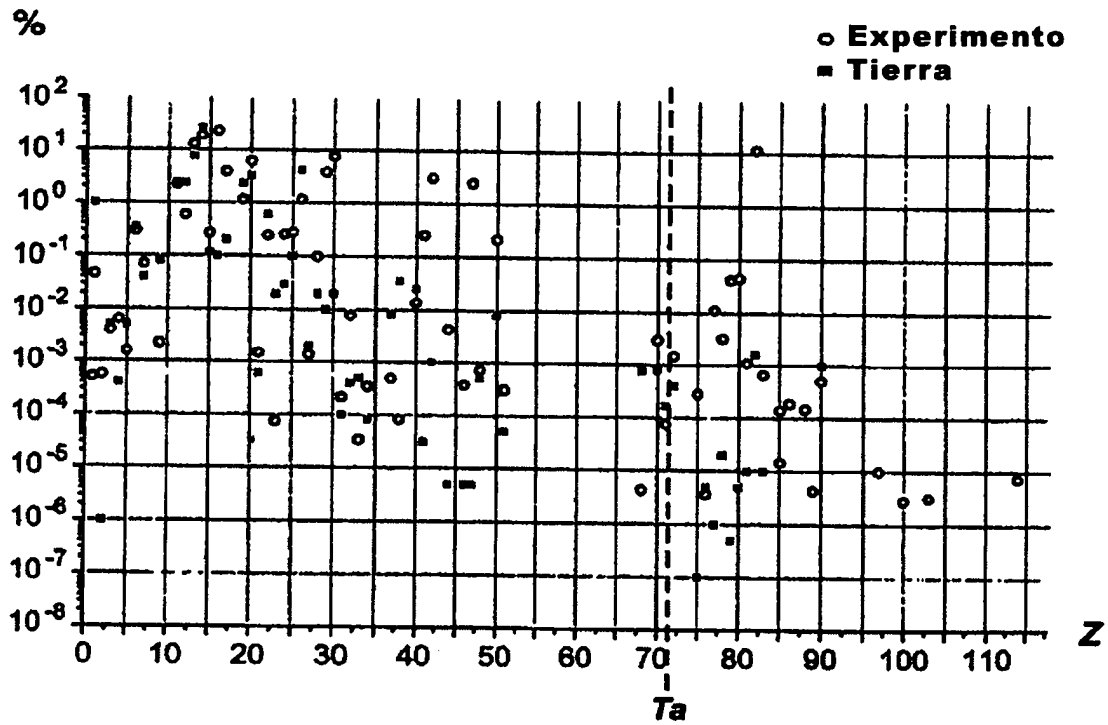


Fig. 10

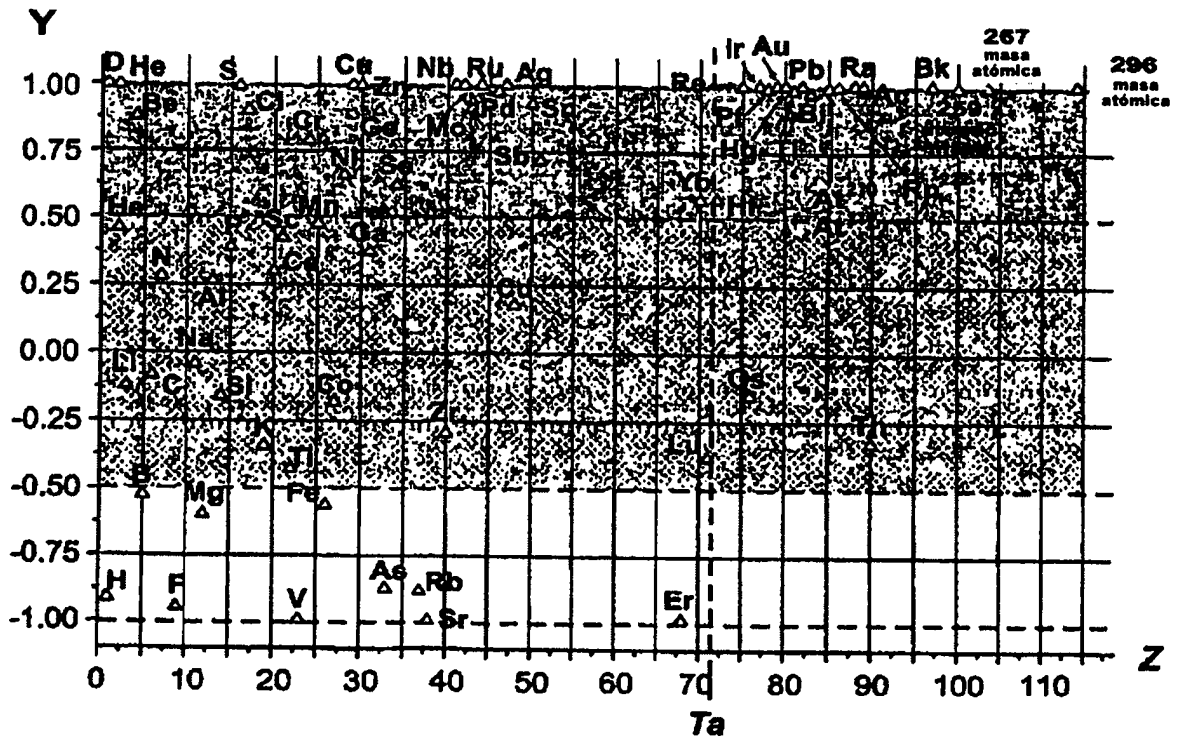


Fig. 11

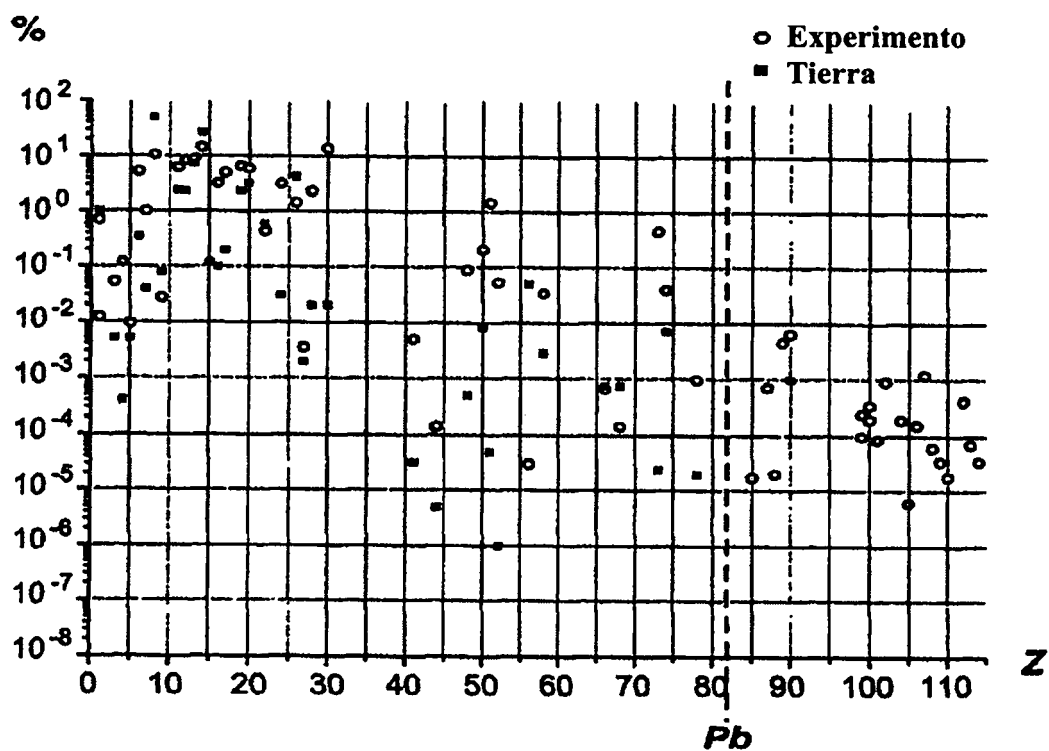


Fig. 12

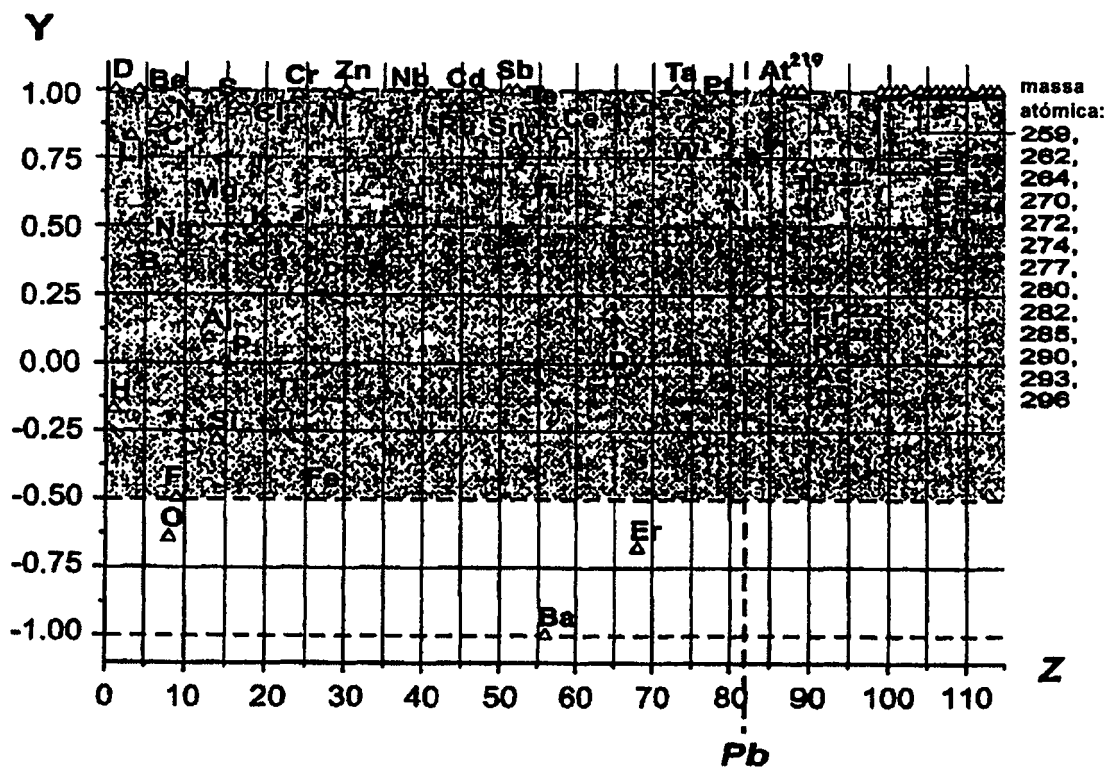


Fig. 13

Fig. 14

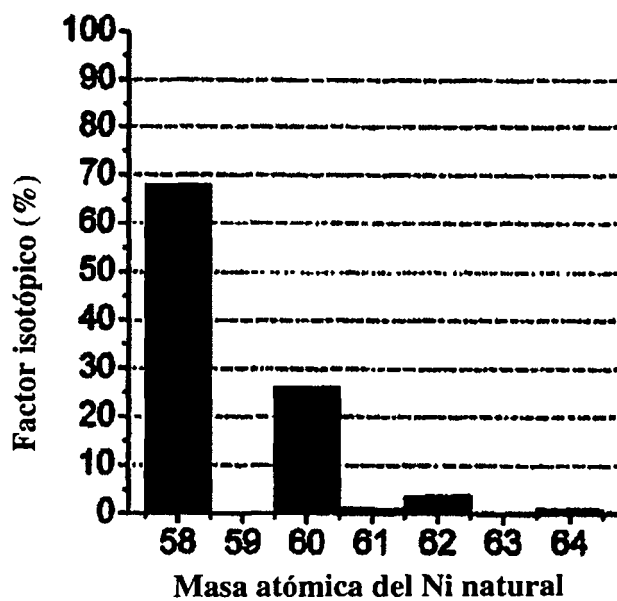


Fig. 15

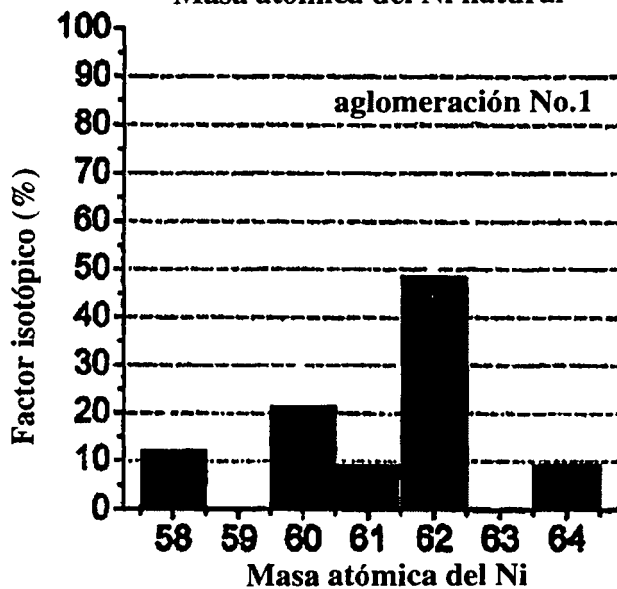
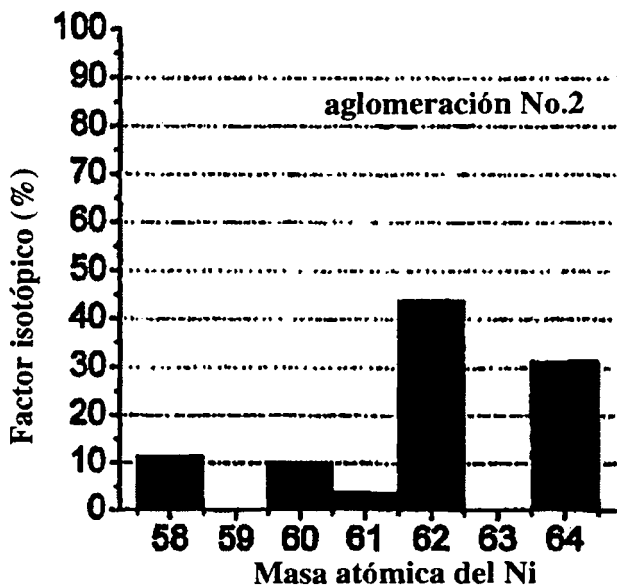


Fig. 16



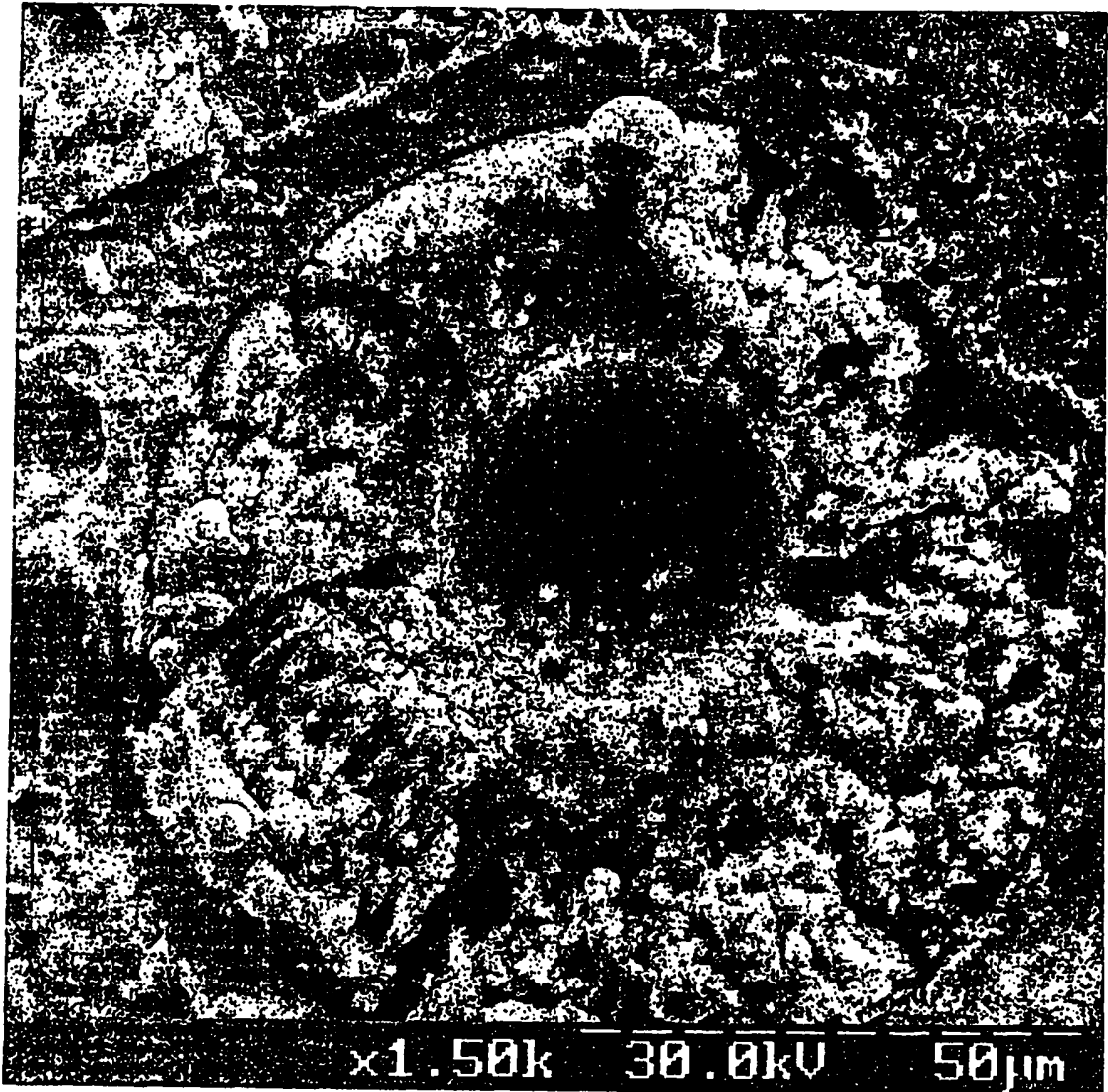


Fig. 17