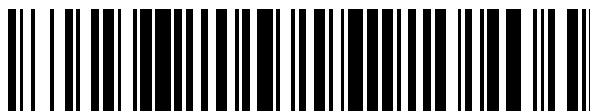


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 598 228**

51 Int. Cl.:

**G21B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2010 PCT/GB2010/051976**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2017 WO2011064594**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2010 E 10787874 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2504842**

54 Título: **Enfoque de energía**

30 Prioridad:

**27.11.2009 GB 0920816**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.01.2017**

73 Titular/es:

**OXFORD UNIVERSITY INNOVATION LIMITED  
(100.0%)  
Buxton Court 3 West Way  
Botley, Oxford OX2 0JB, GB**

72 Inventor/es:

**VENTIKOS, YIANNIS y  
HAWKER, NICHOLAS**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 598 228 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

## Enfoque de energía

- 5 La presente invención se refiere a métodos y aparatos para enfocar energía utilizando gotas de líquido a alta velocidad u otros proyectiles que impactan sobre una diana. Se refiere particularmente, aunque no exclusivamente, a la generación de densidades de energía localizadas suficientemente altas como para causar fusión nuclear.
- 10 El desarrollo de la energía de fusión ha sido un área de gran inversión de tiempo y dinero durante muchos años. Esta inversión se ha centrado, en gran parte, en el desarrollo de un reactor de fusión a gran escala, a un gran coste. Sin embargo, hay otras teorías que predicen mecanismos mucho más simples y más baratos para la creación de fusión. De interés aquí es el concepto paraguas de "fusión por confinamiento inercial", que utiliza las fuerzas mecánicas (tales como ondas de choque) para concentrar y enfocar la energía en áreas muy pequeñas.
- 15 Gran parte de la creencia en la fusión por confinamiento inercial proviene de la observación de un fenómeno denominado sonoluminiscencia. Esto ocurre cuando un líquido que contiene burbujas de tamaño apropiado es accionado con una frecuencia particular de ultrasonidos. La onda de presión hace que la burbuja se expanda y que después colapse muy violentamente; un proceso normalmente denominado cavitación inercial. El rápido colapso de la burbuja conduce a la compresión desequilibrada lo que hace que los contenidos se calienten hasta tal grado que emiten luz [Gaitán, D. F., Crum, L. A., Church, C. C., y Roy, R. A. *Journal of the Acoustical Society of America* 91(6), 3166-3183 junio (1992)]. Han habido varios esfuerzos para intensificar este proceso y un grupo ha reivindicado observar la fusión [Taleyarkhan, R. P., West, C. D., Cho, J. S., Lahey, R. T., Nigmatulin, R. I., and Block, R. C. *Science* 295(5561), 1868-1873 marzo (2002)]. Sin embargo, los resultados observados no han sido validados o replicado, a pesar del esfuerzo sustancial [Shapira, D. y Saltmarsh, M. *Physical Review Letters* 89(10), 104302 septiembre (2002)].
- 20 En el documento US 7.445.319 se ha propuesto disparar gotas esféricas de agua que se mueven a una velocidad muy alta (aproximadamente 1 km/s) en una diana rígida para generar una onda de choque intensa. Esta onda de choque se puede utilizar para colapsar las burbujas que han sido nucleadas y que, posteriormente, se han expandido dentro de la gota. Es dentro de la burbuja colapsada que la patente mencionada anteriormente prevé la realización de la fusión. El mecanismo de generación de ondas de choque por impacto de gotas a alta velocidad sobre una superficie se ha estudiado experimental y numéricamente con anterioridad y está bien documentado (incluyendo el trabajo realizado por uno de los presentes inventores de patente, [[Haller, K. K., Ventikos, Y., Poulidakos, D., y Monkewitz, P. *Journal of Applied Physics* 92(5), 2821-2828 septiembre (2002)].
- 30 Un estudio de la deformación de los sólidos bajo el impacto de líquidos se informa en Brunton: "The Physics of impact and deformation: single impact", Royal Society of London, *Philosophical Transactions Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, vol 260, 28 de julio de 1966, páginas 79-85.
- 35 La presente invención tiene como objetivo proporcionar una alternativa a las técnicas antes mencionadas y también puede tener otras aplicaciones. Cuando se observa desde un primer aspecto la invención proporciona un método de producción de una concentración localizada de energía de acuerdo con la reivindicación 1.
- 40 La invención se extiende también a un aparato para la producción de la concentración localizada de energía de acuerdo con la reivindicación 9.
- 45 Por lo tanto, se observará por los expertos en la técnica que, de acuerdo con la invención, un volumen de gas (o "burbuja") se atrapa por el proyectil lo que da lugar a una concentración intensa de energía dentro del gas por dos mecanismos. El primer mecanismo es una simple transferencia de la energía cinética de la partícula en energía potencial y, posteriormente, en energía térmica cuando la burbuja se comprime mientras se detiene el movimiento del proyectil. Esto incluye el calentamiento por el arco de choque que se mueve delante del proyectil y el calentamiento causado por el rebote de este arco de choque y las posteriores interacciones de los choques resultantes adicionales confinadas dentro de la burbuja.
- 50 El segundo mecanismo es la transferencia de energía desde la onda de choque convergente generada por el impacto entre el proyectil y la superficie de la diana que se propaga desde el proyectil en la burbuja adyacente. A medida que el borde de la onda de choque se propaga hacia el volumen atrapado, se enfoca, formando un círculo de contratación. Cuando esta onda de choque se enfoca finalmente hacia abajo cerca de un punto, resulta en presiones y temperaturas extremadamente altas en la burbuja comprimida. La gran reducción en la densidad del medio en el que la onda de choque está viajando del proyectil a la burbuja significa que la onda de choque genera temperaturas muy elevadas en la burbuja, particularmente a medida que converge en un punto.
- 55 La invención descrita en la presente memoria proporciona una alternativa a la técnica descrita en el documento US 7.445.319, que podrá llevar sus propios beneficios. Los presentes inventores han reconocido que hay retos significativos en la nucleación de una burbuja en la gota disparada a alta velocidad en una diana como se sugiere en el documento US 7.445.319. El momento tendrá que ser muy preciso para que la burbuja se encuentre en el
- 60
- 65

momento justo de ciclo de colapso-expansión cuando el impacto golpea. Por el contrario tal complejidad y gastos asociados se pueden evitar de acuerdo con las realizaciones, al menos preferidas, de la presente invención. Además, el modelado de ambas técnicas realizadas por los presentes inventores sugiere que para la misma velocidad de impacto de gotas, un método de acuerdo con la invención puede proporcionar intensidades de presión y temperatura que se encuentran en un orden de magnitud mayor.

El gas se atrapa normalmente desde el entorno en el que se coloca la diana. El término 'gas' como se utiliza aquí debe entenderse genéricamente y, por lo tanto, no como limitado a los gases atómicos o moleculares puros, sino incluyendo también vapores, suspensiones o micro-suspensiones de líquidos o sólidos en un gas o cualquier mezcla de los mismos.

Se prevé de acuerdo con la invención que los proyectiles podrían ser sólidos o semi-sólidos, por ejemplo, un gel o un polímero, o cualquier material que se pueda acelerar a velocidades adecuadas, atrapar un volumen gaseoso sobre una superficie y generar mecanismos de enfoque de densidad de energía descritos anteriormente para la intensificación de presión y temperatura. Sin embargo, en un conjunto preferido de realizaciones, los proyectiles comprenden gotas de líquido. En una serie particular de realizaciones, las gotas de líquido se producen por el aparato descrito en el documento US 7.380.918.

El proyectil tendrá normalmente que moverse lo suficientemente rápido como para generar la onda de choque que se propaga en la burbuja. La velocidad deseada puede depender del tamaño y el material del proyectil, la forma y tamaño de la diana, la composición del gas que se atrapa etc. En un conjunto de realizaciones preferidas, el proyectil tiene una velocidad de más de 250 m/s, por ejemplo, más de 500 m/s, por ejemplo, más de 750 m/s. En algunas realizaciones, la velocidad es de hasta 1000 m/s o más.

Hay muchas formas y configuraciones que la estructura objetivo podría adoptar con el fin de proporcionar regiones adecuadas para el atrapamiento de un volumen de gas al ser golpeado por un proyectil y que dan lugar a una onda de choque que converge en el gas atrapado. En un conjunto de realizaciones, la diana comprende una superficie cóncava conformada para recibir, al menos parcialmente, el proyectil y atrapar dicho gas debajo del proyectil. El término "debajo" que se utiliza aquí se debe entender en el marco de referencia donde el proyectil se acerca a la diana desde arriba; no se debe inferir ninguna orientación espacial particular en relación con cualquier otro objeto o gravedad. Además, no se debe inferir que el proyectil se acerca necesariamente la diana de manera perpendicular en el marco de referencia de la diana.

Una superficie cóncava de este tipo como se ha descrito anteriormente puede ser una que se estreche hacia un área de sección transversal suficientemente pequeña para que el proyectil no pueda entrar completamente. Los lados cóncavos podrían ser rectos o curvos (cuando se observan en sección transversal). Igualmente, la superficie cóncava puede tener una forma que comprende al menos una porción que tiene una curvatura mayor que la curvatura del proyectil. De hecho, si se tiene en cuenta la imposibilidad práctica de la producción de un vértice perfectamente afilado en la diana, la condición anterior se puede ver simplemente como un subconjunto de esta última.

Recibir, al menos parcialmente, el proyectil por la superficie de diana cóncava da lugar al atrapamiento deseado de un volumen de gas entre la diana y el proyectil. Tales disposiciones son ventajosas, ya que se han encontrado que dan lugar a una fuerte onda de choque toroidal que se desplaza lejos del punto de impacto, en el proyectil. A medida que el borde de la onda de choque se propaga hacia el volumen atrapado, se enfoca, formando un círculo de contracción. Cuando esta onda de choque se enfoca finalmente hacia abajo cerca de un punto, da como resultado presiones y temperaturas extremadamente altas en la burbuja comprimida.

En otra serie de realizaciones, la estructura de la diana comprende una superficie de diana que tiene una depresión discreta definida en su interior que es más estrecha que la anchura del proyectil. Por ejemplo, donde la depresión tiene simetría de giro continua, como se prefiere, su diámetro debe ser inferior a la anchura máxima del proyectil. Cuando el proyectil es esférico, como suele ser el caso, la depresión tendría un menor diámetro que el diámetro del proyectil. Una posible ventaja asociada con una depresión discreta del tipo descrito anteriormente es que el volumen de gas atrapado por el proyectil se puede controlar estrechamente controlada, mientras que en el caso de una concavidad de estrechamiento en la que se recibe el proyectil, el volumen exacto de gas, que se atrapa puede ser dependiente en una medida del diámetro exacto del proyectil y lo que puede exhibir una variación estadística.

La invención no se limita a una sola depresión en la que el gas se atrapa por el proyectil, y de este modo en un conjunto de realizaciones, la estructura de la diana comprende una pluralidad de depresiones. Es evidente que, dependiendo del número de tales depresiones, el tamaño de una depresión individual será significativamente más pequeño que el tamaño del proyectil. Cada depresión individual puede tener una forma de fomentar el enfoque de energía por la onda de choque convergente como se ha descrito anteriormente. Una ventaja de emplear una pluralidad de depresiones es que una mayor proporción de la energía del proyectil se puede aprovechar. Esto es especialmente cierto para proyectiles más grandes y apunta hacia la simplicidad de fabricación de un aparato de fusión de producción de energía.

5 Tales pluralidades de las depresiones se pueden formar en un número de maneras. Por ejemplo, una diana sólida podría perforarse perforado o mecanizarse, de otro modo, para producir depresiones u hoyos. En un conjunto de realizaciones, sin embargo, las depresiones se crean por la textura de la superficie de la diana. Por ejemplo, la diana podría aplicársele un chorro de un material abrasivo, grabarse al agua fuerte o tratarse de otro modo para dar un grado deseado de rugosidad de la superficie lo que proporciona, a nivel microscópico, un gran número de hoyos o depresiones.

10 Los dos conjuntos de realizaciones descritas anteriormente: una superficie de diana cóncava que aloja el proyectil; y una superficie de diana que tiene uno o más depresiones pequeñas e independientes, no son mutuamente excluyentes. Por tanto, por ejemplo, una superficie de diana podría ser cóncava para recibir, al menos parcialmente, el proyectil, mientras que comprende también una o más depresiones discretas. Tal combinación podría ser beneficiosa en proporcionar el comportamiento deseado de la onda de choque generada en el interior del proyectil, a la vez que disfruta de las ventajas de la compresión de una pluralidad de volúmenes de gas.

15 En un conjunto preferido de realizaciones, los métodos descritos en la presente memoria se emplean para generar reacciones de fusión nuclear. El combustible para la reacción se podría proporcionar por la gota, la burbuja de gas atrapada, o el combustible se podría proporcionar por la propia diana. Cualquiera de los combustibles mencionados en el documento US 7445319 es adecuado para su uso en la presente invención. La misma diana podría construirse a partir de un sólido, como se implica en muchas de las realizaciones descritas anteriormente, pero podría igualmente bien ser un líquido. En el caso de un sólido, cualquiera de los materiales propuestos en el documento US 20 7445319 podría ser adecuado. En el caso de un líquido la forma de la superficie de diana requerida se podría lograr por ejemplo, por ejemplo, la superficie de un volumen de líquido se puede excitar con una vibración adecuada (por ejemplo mediante ultrasonidos u otro método) para generar una onda con la forma deseada. Como alternativa, la forma deseada se podría lograr mediante el ángulo de contacto entre un líquido y una superficie sólida con propiedades humectantes apropiadamente coincidentes. Por supuesto, este último ejemplo muestra que la 25 superficie podría comprender una combinación de sólidos y líquidos.

30 El volumen de gas que se atrapa se puede elegir en función de las circunstancias, pero en un conjunto de realizaciones preferidas es entre  $5 \times 10^{-11}$  y  $5 \times 10^{-7}$  litros. Como será evidente de la descripción anterior, esto podría ser en un solo volumen o distribuido entre una pluralidad de depresiones.

35 Las reacciones de fusión que se pueden obtener de acuerdo con ciertas realizaciones de la invención podrían utilizarse para la producción de energía neta (el objetivo de investigación a largo plazo en este campo), pero los inventores han apreciado que, incluso si la eficacia de la fusión se encuentra por debajo de la requerida para la producción de energía neta, la fusión fiable que se puede obtener de acuerdo con las realizaciones de la invención es ventajosa, por ejemplo, en la producción de tritio que se puede utilizar como combustible en otros proyectos de fusión y es muy costoso de producir utilizando las tecnologías actualmente existentes. La fusión puede también ser beneficiosa en proporcionar una fuente de neutrones rápida y segura con muchas aplicaciones posibles que serán evidentes para los expertos en la técnica.

40 Por otra parte, no es esencial de acuerdo con la invención producir la fusión en absoluto. Por ejemplo, en algunas realizaciones las técnicas y aparatos de la presente invención se pueden emplear ventajosamente como un reactor de sonooquímica que se puede utilizar para acceder a condiciones extremas e inusuales.

45 A continuación se describirán ciertas realizaciones de la invención, solamente a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

50 las Figuras 1a a 1c son tres variantes de una diana de acuerdo con la invención;  
 las Figuras 2a a 2c son ilustraciones progresivas de la compresión de una burbuja generada por un cálculo de simulación de dinámica de fluidos;  
 las Figuras 3a a 3d son variantes de dianas que tienen depresiones independientes de acuerdo con la invención;  
 las Figuras 4a a 4d son ilustraciones de diversas realizaciones posibles que tienen múltiples depresiones;  
 la Figura 5 es una ilustración de una realización que es a la vez curvada y tiene una depresión discreta; y  
 55 la Figura 6 es una ilustración de una realización que tiene tanto múltiples depresiones como una forma de la superficie global curvada.

60 Las Figuras 1a a 1c muestran tres variantes similares de unas dianas cóncavas 2, 4, 6, con una sección transversal se estrecha de manera que cuando una gota 8 de tamaño adecuado se dispara en la diana respectiva, la conicidad evita que llegue a la parte inferior de la concavidad y por tanto un volumen de gas en el interior de la concavidad se atrapa para formar una burbuja 10 entre la gota 8 y la diana 2, 4, 6. El proceso posterior se puede observar en mayor detalle con referencia a las Figuras 2a a 2c. En cada uno de los tres casos mostrados en las Figuras 1a, 1b y 1c, la diana 2, 4, 6 tiene, en algún momento, un radio de curvatura que es menor que el radio de la gota 8. En el caso de las Figuras 1a y 1c, que muestran aparentemente vértices puntuales, se apreciará que, en la práctica, éstos tendrán un grado de redondeo que inevitablemente tiene un radio de curvatura menor que el radio de las gotas.

65

La Figura 2a muestra la situación poco después de que la gota 8 ha golpeado la diana 4. Solo se muestra una mitad, pero la otra mitad es simétricamente idéntica. Se puede observar que la gota 8 atrapa una burbuja de gas 10 entre la superficie de la gota 8 y la superficie de diana cónica 4. A medida que la gota 8 se deforma, la misma comprime la burbuja 10 transfiriendo de este modo su energía cinética a la energía en la burbuja. También en el impacto, se genera una onda de choque 12 que comienza a propagarse en la gota. Como se puede apreciar al considerar la geometría de giro simétrica, esta onda de choque es toroidal en forma. A medida que el borde de la onda de choque 12 se propaga a lo largo de la interfaz entre la gota 8 y la burbuja atrapada 10, la misma se enfoca, formando un círculo de contracción (Figura 2b). Cuando la onda de choque finalmente se enfoca hacia abajo hasta un punto cercano, da como resultado la generación de presiones y temperaturas extremas en la burbuja comprimida 10 (Figura 2c). Por ejemplo, las simulaciones han demostrado que para una gota con un tamaño de 100 micrómetros que viaja a una velocidad de 500 metros por segundo que golpea una diana cónica invertida con ángulo de cono de aproximadamente 45 grados, se observan presiones próximas a 20.000 MPa, (200.000 bar) y temperaturas superiores a 1.000.000 °C. Se apreciará, sin embargo, que hay un gran número de parámetros que influyen en los resultados reales obtenidos, por ejemplo la densidad, presión y temperatura ambiental de líquido, la composición del gas y del líquido, el ángulo de impacto y la forma superficial.

Las Figuras 3a a 3d muestran variantes respectivas de realizaciones en las que la superficie de diana 14 a 20 tiene una sola depresión discreta 22-28 formada en su interior. Como se puede apreciar en el diagrama, estas depresiones 22 a 28 serán típicamente significativamente más pequeñas que la gota 8. Esto significa que el volumen de gas que se atrapa es esencialmente independiente de las pequeñas variaciones en el tamaño de la gota 8. Estas realizaciones funcionan de la misma manera que se han descrito anteriormente para las realizaciones descritas anteriormente mediante la compresión de la burbuja atrapada y la intensificación de la presión en su interior a partir de la onda de choque generada por el impacto con la diana.

Las Figuras 4a a 4d muestran variantes de realizaciones con múltiples depresiones, en varias de las que las burbujas correspondientes se pueden atrapar por una gota que golpea la diana 30 a 36. El número de burbujas atrapadas dependerá del tamaño de las depresiones en relación con el tamaño de la gota 8. Las formas superficiales que dan lugar a estas depresiones son meramente esquemáticas e ilustrativas y hay, por supuesto, muchas variantes posibles. Podrían crearse mediante procesos de acabado o rugosidad superficial en lugar de por mecanizado explícito. Una de las ventajas de esto sería que hay un menor requerimiento para una alineación precisa entre la gota 8 y la diana 30 a 36. También significa que una única diana para recibir múltiples flujos de gota simultáneamente se puede preparar fácilmente. También abre la posibilidad de tener un movimiento, por ejemplo, giro o deslizamiento de la diana lo que conllevará a beneficios tales como: la renovación del material de la diana, el aprovechamiento de la energía producida, la reducción de la necesidad de precisión de orientación.

La Figura 5 muestra otra realización de la invención en la que la superficie de la diana 38 es cóncava y al menos en parte se ajusta a y recibe la gota 8, pero tiene en la parte inferior una depresión discreta 40. La forma curvada y de mayor conformación puede ser beneficiosa en la intensificación de la onda de choque genera cuando la gota 8 golpea la diana 38 lo que a su vez intensifica las presiones y temperaturas dentro de la burbuja atrapada en la depresión 40.

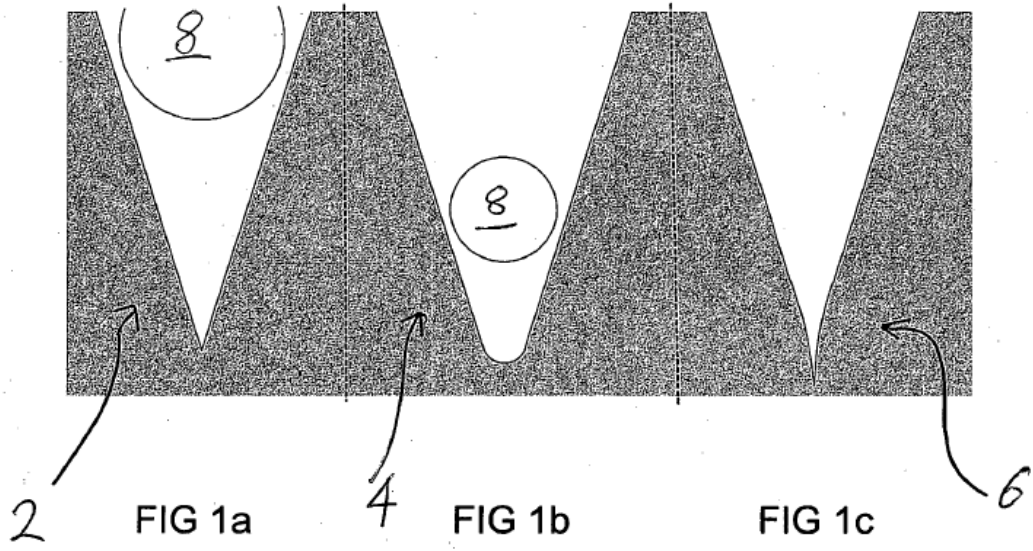
Por último, la Figura 6 muestra una extensión de la idea que se ha descrito anteriormente en la que la superficie 42 tiene una pluralidad de depresiones independientes 44, cada una de las que puede atrapar una burbuja de gas. Las depresiones pueden ser anulares - es decir, continuas en la dirección de giro de la diana - pero son preferentemente discretas en la dirección de giro de la diana. Por otra parte, cada uno de los picos 46 entre las depresiones 44 crea una onda de choque dentro de la burbuja 8 que, con la optimización adecuada, se puede hacer converger y reforzarse mutuamente de tal modo como para intensificar aún más la energía concentrada en las burbujas en cada depresión 44.

En todas las realizaciones descritas, el aparato se puede utilizar para disparar una corriente de gotas a velocidad muy alta, por ejemplo de agua, mediante la producción de una corriente de líquido que se rompe a continuación, utilizando el aparato descrito en el documento US 7.380.918. En una implementación ejemplar las gotas tienen un diámetro de aproximadamente 150 micrómetros, viajan a una velocidad de aproximadamente 1 kilómetro por segundo y se producen a una frecuencia de aproximadamente 1 Megahertz. En el modelado computacional, esto dio lugar a una presión máxima de  $4,6 \times 10^9$  Pascales, que es suficiente para producir temperaturas excesivas de  $1 \times 10^6$  grados C que pueden ser suficientes para una reacción de fusión nuclear del deuterio, átomos. Los neutrones resultantes o bien se pueden utilizar en otros procesos o, en un ejemplo, se pueden absorber por un absorbente de neutrones para la conversión de la energía cinética de los neutrones en la energía térmica y, por tanto, la generación de energía termodinámica.

Sin embargo, existen muchas otras formas de producción de energía. Por ejemplo la fusión de boro-hidrógeno también podría ser utilizada. Resultados de la fusión de boro-hidrógeno en núcleos de helio y los métodos utilizados para aprovechar la energía de esta reacción podrían ser muy diferentes - por ejemplo, la carga que se mueve podría generar electricidad directamente. Además, no es esencial que la fusión se realice; las presiones y temperaturas mejoradas causadas dentro de la burbuja colapsada por las formas de diana de acuerdo con la invención pueden ser útiles en otros contextos para estudiar otras reacciones en condiciones exóticas.

## REIVINDICACIONES

1. Un método para producir una concentración localizada de la energía, que comprende:
- 5 proporcionar una serie de proyectiles (8) y disparar dichos proyectiles (8) a una diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42), estando dicha diana configurada de tal modo que tras impactar en dicha diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42), uno de dichos proyectiles (8) atrapa y comprime un volumen de gas (10) entre el proyectil (8) y la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42), caracterizado por que la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) y el proyectil (8) están configurados además de tal manera que el impacto del proyectil (8) en la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) da lugar a una onda de choque convergente (12) en el interior del volumen atrapado de gas (10).
- 10
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los proyectiles (8) comprenden gotas de líquido.
- 15
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el proyectil (8) tiene una velocidad de más de 250 m/s, por ejemplo, más de 500 m/s, por ejemplo, más de 750 m/s.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en el que la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) comprende una superficie cóncava (22; 24; 26; 28; 40; 44) conformada para recibir, al menos parcialmente, el proyectil (8) y atrapar dicho gas (10) por debajo del proyectil (8).
- 20
5. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la estructura de la diana (14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) comprende una superficie de diana que tiene una depresión discreta (22; 24; 26; 28; 40; 44) definida en su interior que es más estrecha que la anchura del proyectil (8).
- 25
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la estructura de la diana (42) comprende una pluralidad de depresiones (44).
7. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, empleado para generar reacciones de fusión nuclear.
- 30
8. Un método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el volumen de gas (10) que se atrapa es de entre  $5 \times 10^{-11}$  y  $5 \times 10^{-7}$  litros.
9. Un aparato para producir la concentración localizada de energía, que comprende:
- 35 medios para proporcionar una serie de proyectiles (8), medios para disparar dichos proyectiles (8) a una diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) configurados de tal modo que al impactar en dicha diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42), dichos proyectiles (8) atrapan un volumen de gas (10) entre el proyectil (8) y la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42), caracterizado por que la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) y el proyectil (8) están configurados además de tal manera que el impacto del proyectil (8) sobre la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) da lugar a una onda de choque convergente (12) en el interior del volumen atrapado de gas (10).
- 40
10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los proyectiles (8) comprenden gotas de líquido.
- 45
11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que el proyectil (8) tiene una velocidad de más de 250 m/s, por ejemplo, más de 500 m/s, por ejemplo, más de 750 m/s.
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 9, 10 u 11, en el que la diana (2; 4; 6; 14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) comprende una superficie cóncava (22; 24; 26; 28; 40; 44) conformada para recibir, al menos parcialmente, el proyectil (8) y atrapar dicho gas (10) debajo del proyectil (8).
- 50
13. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la estructura de la diana (14; 16; 18; 20; 30; 32; 34; 36; 38; 42) comprende una superficie de diana que tiene una depresión discreta (22; 24; 26; 28; 40; 44) definida en su interior que es más estrecha que la anchura del proyectil (8).
- 55
14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la estructura de la diana (42) comprende una pluralidad de depresiones (44).
- 60
15. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 14, empleada para generar reacciones de fusión nuclear.
16. Un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, en el que el volumen de gas (10) que se atrapa es entre  $5 \times 10^{-11}$  y  $5 \times 10^{-7}$  litros.
- 65



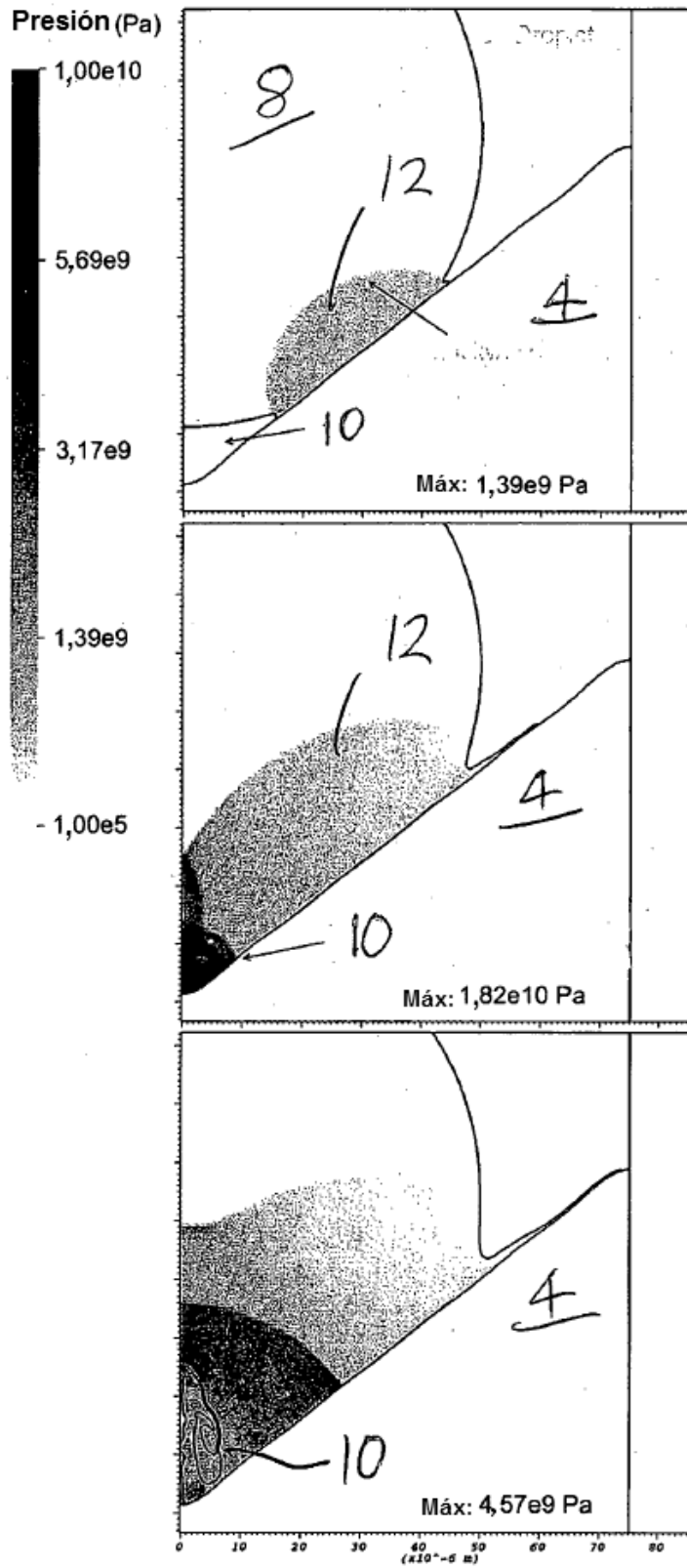


FIG 2a

FIG 2b

FIG 2c



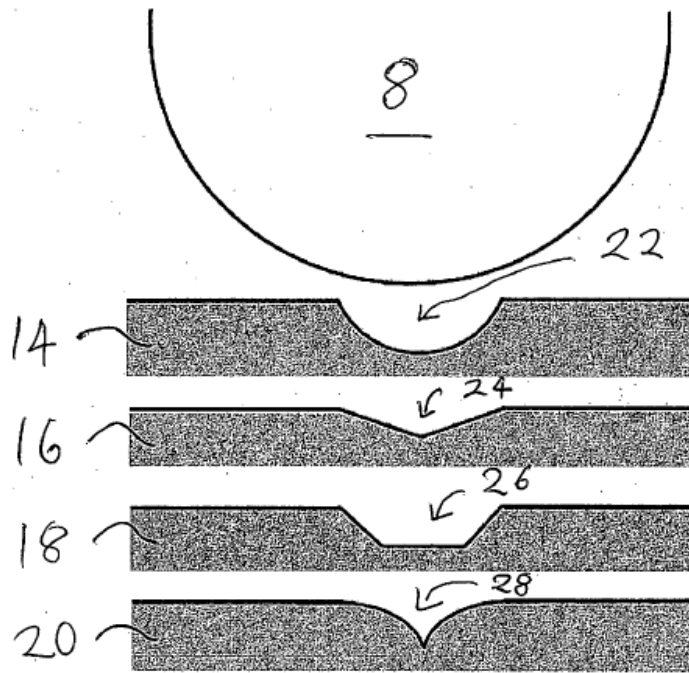


FIG 3a

FIG 3b

FIG 3c

FIG 3d

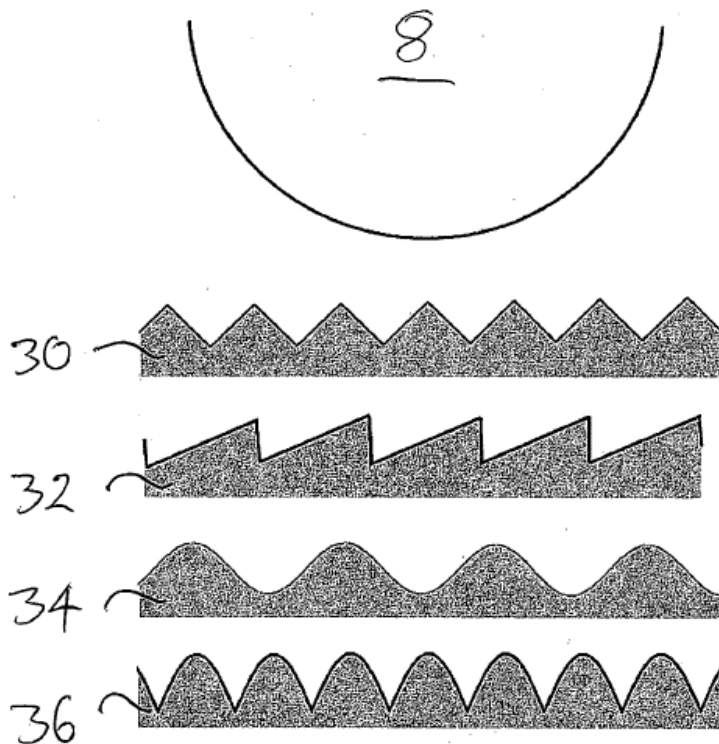
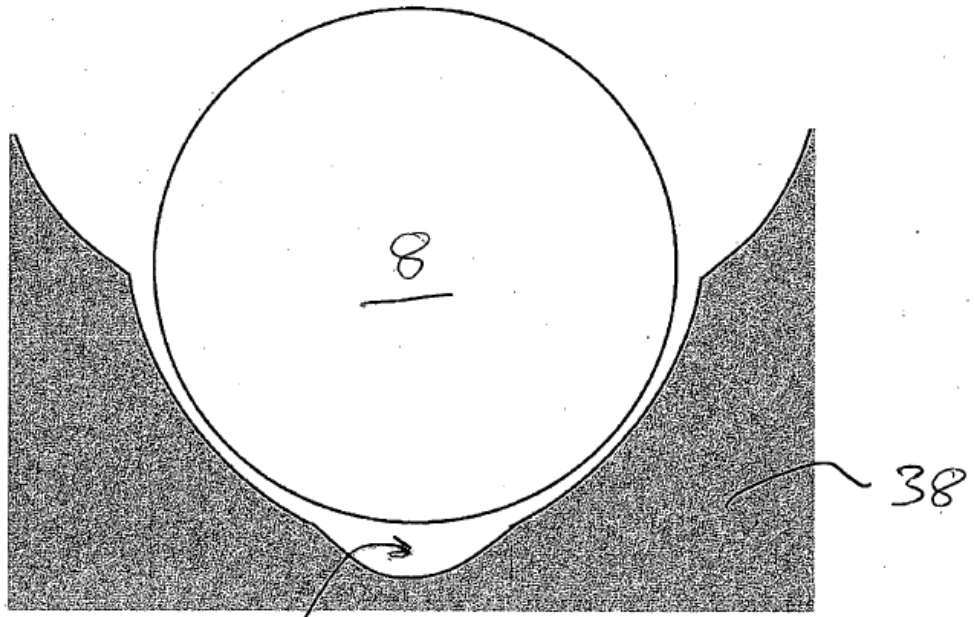


FIG 4a

FIG 4b

FIG 4c

FIG 4d



40 FIG 5

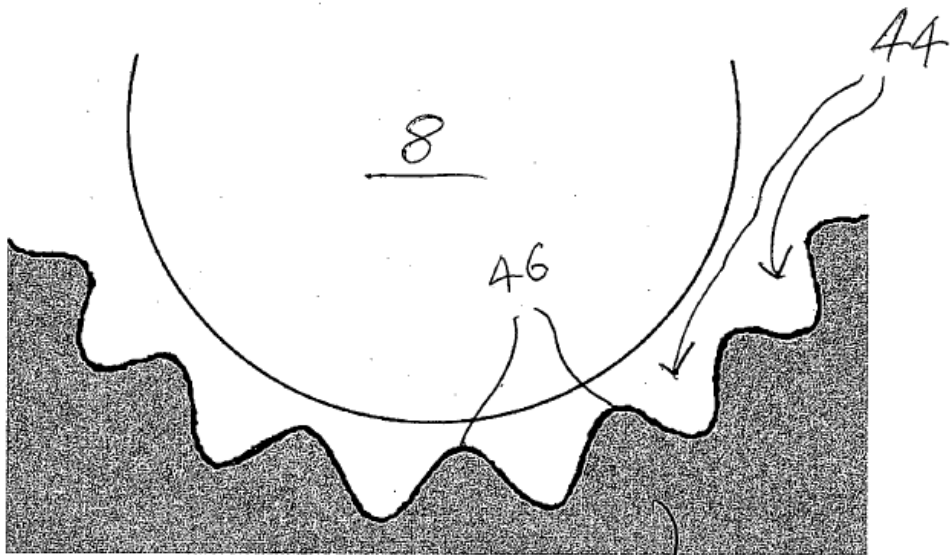


FIG 6

42