

S/Ref.: OM/1p

N/Ref.: O.G. 28.091.-MY.

PATENTE DE INVENCION

762240

TTAB
CONCEDIDA

Int. Cl.:

G 21 K

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"PROCEDIMIENTO Y MEDIO PARA LA INICIACION Y REALIZACION DE MICROEXPLOSIONES DE FISION PARA LA LIBERACION NUCLEAR CONTROLADA DE ENERGIA".

Solicitante: Dr. FRIEDWARDT WINTERBERG, de nacionalidad alemana, con domicilio en: Im Neugut, 1 - KONSTANZ (Alemania).--

Inventor: el solicitante.

- La posibilidad de iniciar y de realizar reacciones termonucleares por medio de rayos laser o de electrones es conocida desde hace tiempo, véase N. G. Basov y O. N. Krokhin, Proceedings of the Third International Conference on Quantum Electronics, París 1963 (P. Grivet y N. Bloumberger, Nueva York 1964) y F. Winterberg, Physical Review 174 212 (1968).
5. Las cantidades de energía necesarias en este procedimiento son muy grandes. Por ello se propuso recientemente reducir considerablemente las cantidades de energía necesarias por el hecho de que el "pellet" que se quiere llevar a la detonación termonuclear se comprime hasta 10^4 veces la densidad del cuerpo sólido por medio de rayos laser de acción concéntrica, véase J. Nuckolls and. al., Natura 239 139 (1972) y K. A. Brueckner, KMS Fusion Inc., Ann Arbor, Michigan, Preprint (abril 1972). Esta
10. compresión también debería ser posible en principio con un impulso laser con una dependencia, especialmente programada, de la intensidad del rayo laser del tiempo. El mismo efecto, es decir, la compresión del pellet, también se podría obtener con un rayo de electrones relativístico intenso. Pero, incluso re-
15. curriendo a la compresión del pellet, las energías laser necesarias son muy grandes y se hallan por encima de lo que es posible obtener técnicamente en un laser. Los cálculos de las energías laser, publicados hasta el presente, indican para los pellets, que se componen generalmente de una mezcla de tritio
20. y deuterio, valores del orden de 10^6 Joule.
- 25.

El punto de partida fue este estado de la investigación, al mismo tiempo que el presente invento se basa en el hecho conocido de que por medio de la aplicación concéntrica de rayos laser o de electrones se pueden obtener densidades de material muy grandes que, sin embargo, sólo se habían concebido

30.

para material termonuclear. El presente invento tiene por objeto un procedimiento en el que el material fisible, como por ejemplo U 235, U 233, Pu 239 o combinaciones de estos materiales, se comprimen con rayos, tales como rayos laser, de electrones o de iones o con combinaciones de estos rayos, para iniciar una reacción en cadena hasta una elevada densidad, lo que da lugar a un sistema crítico.

5.

Se pueden obtener grados de compresión, que en estos sistemas, muy pequeños en comparación con las bombas atómicas, pueden conducir a la obtención de condiciones críticas en las que se inicia la reacción en cadena automantenida.

10.

El sistema crítico pequeño se compone convenientemente de un cuerpo altamente comprimido, por ejemplo un pellet de material fisible, que se puede utilizar para generar energía a través de la iniciación de una reacción en cadena de fisión. En este caso se piensa en liberar la energía en forma de una sucesión de microexplosiones de fisión. A causa de las elevadas densidades obtenibles, las reacciones en cadena se pueden desarrollar con una velocidad considerablemente superior que en las bombas atómicas, al mismo tiempo que las masas críticas son del orden de fracciones de gramo.

15.

20.

Cuando se rodea el material de fisión a comprimir con un reflector de neutrones, es posible reducir la masa crítica a valores todavía mucho más pequeños. Convenientemente, el material fisible se comprime hasta una elevada densidad junto con el reflector de neutrones que lo rodea. Dado que la energía de radiación necesaria para la compresión es directamente proporcional a la masa crítica, se consigue así una considerable reducción de la energía de radiación necesaria. Para el reflector de neutrones se puede elegir, de forma preferente, una sustancia de material termonuclear, como por ejemplo tritio-deuterio

25.

30.

o litio-deuteriuro. En este caso es incluso posible liberar energía termonuclear.

5. Dado que la reacción en cadena de fisión descrita más arriba libera cantidades de energía muy grandes, se pueden utilizar éstas para calentar intensamente e inflamar el material termonuclear del reflector de neutrones, lo que permite liberar cantidades de energía termonuclear considerablemente mayores que en los restantes procedimientos de fisión por medio de un laser, descritos en la bibliografía, y que trabajan sin reacción en cadena de fisión. Inversamente, los neutrones generados por vía termonuclear en el reflector de neutrones avivan la reacción en cadena del material fisible.

10. En el dibujo se representan esquemáticamente en sección y a título de ejemplo dos pellets según el invento.

15. La figura 1 representa un pellet con un núcleo de material fisible y con un reflector de neutrones.

La figura 2 representa un pellet en el que, alrededor de un núcleo de material fisible, se disponen varias capas concéntricas de material termonuclear y fisible.

20. En la figura 1 representan 1 el núcleo de material fisible, como por ejemplo U 235, U 233 y/o Pu 239, y 2 el reflector de neutrones, que se compone por ejemplo de H, T-D y/o Li-D.

25. En la ejecución según figura 2 representan 11 el núcleo y 13,15 las capas de material fisible, mientras que 12,14, 16 son capas de material termonuclear, que rodean al núcleo 11 y a las capas 13,15 en calidad de reflector de neutrones.

30. En lugar de un sistema en forma de capas también se puede prever una mezcla de material fisible y termonuclear, en la que la concentración de ambos componentes puede ser variable.

Para el encendido se comprime el pellet por todos los lados por medio de un rayo pulsatorio. Con ello se consigue un sistema crítico para la iniciación de una reacción en cadena de fisión rápida, después de lo cual, el material termonuclear se calienta hasta la temperatura de encendido.

El núcleo 1 ú 11 se puede componer de U 235, U 233, Pu 239 o de una mezcla de dos de estos componentes o de todos ellos. Lo mismo es válido para el reflector de neutrones 2, que se puede componer, por ejemplo, de diferentes materiales termonucleares. En el caso de que el pellet, según figura 2, se componga de varias capas concéntricas 13,15 de material fisible y 12,14,16 de material termonuclear, también es posible que estas diferentes zonas estén constituidas por mezclas de diferentes sustancias. Igualmente, es posible, que el material fisible y/o termonuclear no se configura primeramente en forma de cuerpo macizo, sino que en primer lugar tenga la forma de un cuerpo hueco, comprimiendo después la cavidad por medio de una compresión.

Ejemplos:

1. Pellet que se compone exclusivamente de material fisible, por ejemplo, U 235.

La presión generada por los rayos con acción concéntrica es $p = 10^{18}$ dinas/cm². Con esta presión y con temperaturas bajas se comprimiría el hidrógeno hasta aproximadamente 10^4 veces la densidad del cuerpo sólido, siendo la compresión tanto mayor cuanto más bajas son las temperaturas, ya que con temperaturas bajas los electrones poseen una distribución de Fermi. En el caso del uranio no es posible obtener una compresión tan grande como en el hidrógeno. Sin embargo, con una presión de $p = 10^{18}$ dinas/cm² se pueden obtener densidades equiva-

lentes aproximadamente a 250 veces la densidad del cuerpo sólido cuando se toma como base un modelo Thomas-Fermi, véase R.S. Bradley, High Pressure Physics and Chemistry, P 253 (Academic Press, Nueva York 1963).

5. Esto representa para el uranio un número atómico de $N \approx 10^{25} \text{ cm}^{-3}$. Por el contrario, en el hidrógeno se obtendrían densidades de $N \approx 5 \times 10^{26} \text{ cm}^{-3}$.

El radio crítico de una esfera de material fisible es expresado por

10.
$$R_0 = \frac{\pi}{B_m} - d \quad (1)$$

(S. Glasstone and M. Edlund, Elements of Nuclear Reactor Theory (Van Nostrand, Nueva York, 1955)

en la que

15.
$$B_m^2 \approx 3 \sigma_s \nu N^2 \quad (\nu - 1) \quad (2)$$

y

$$d \approx 0.71/N \sigma_s \quad (3)$$

En las ecuaciones (2) y (3) representan σ_s y σ_f la sección de acción de los neutrones para la dispersión y la fisión. ν es

20. la cantidad media de neutrones que quedan libres en cada fisión y N es la cantidad de átomos fisibles por cm^3 de material fisible. Con los valores $\sigma_s \approx 2 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$, $\sigma_f \approx 2 \times 10^{-24} \text{ cm}^2$, $\nu \approx 2.9$, $N = 1.17 \times 10^{25} \text{ cm}^{-3}$ (este último valor es válido para $p = 10^{18} \text{ dinas/cm}^2$) se obtiene $R_0 = 2.6 \times 10^{-2} \text{ cm}$, con una masa

25. crítica de $m_0 \approx 0.34 \text{ g}$. Este valor es aproximadamente 10^4 veces menor que en las bombas de fisión usuales. La energía E mínima, necesaria para la compresión resulta de la relación estimada

$$E \approx \frac{2}{3} pV \quad (4)$$

30.

en la que V es el volumen comprimido. Se obtiene $E \approx 4.9 \times 10^6$ Joule. Este valor se puede conseguir con rayos laser y se halla dentro de las posibilidades de los rayos de electrones relativistas.

5. 2. Pellet de material fisible, rodeado de un reflector de tritio-deuterio.

El radio R crítico de un reflector de neutrones con un grueso $T \approx R$ se calcula a partir de la siguiente fórmula:

10.
$$R = \frac{1}{R_m} \left(3 \frac{D_r}{D_c} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

15. en la que D_r y D_c representan los coeficientes de difusión de neutrones en el reflector y en el material fisible. Para una presión de $p = 10^{18}$ dinas/cm² se obtiene a partir de la ecuación (5) un radio crítico $R \approx 5 \times 10^{-3}$ cm y una masa crítica $m \approx 2 \times 10^{-3}$ g. Esta masa es 180 veces menor que el valor de la masa crítica sin reflector de neutrones. Sin embargo, la energía necesaria para la compresión no se reduce en el mismo factor, ya que además del material fisible hay que comprimir también el reflector de neutrones. De ello resulta una energía de compresión de $E \approx 2 \times 10^5$ Joule. Este valor es aproximadamente 20 veces menor que en el Pellet sin reflector.

La reacción en cadena en la zona fisible sigue la ley

25.
$$n = n_0 \exp \left[\frac{N_f v_0 (\lambda - 1) t}{\lambda} \right] \quad (6)$$

30. en la ecuación (6) representa n la cantidad de neutrones liberados en el instante t . Para $t=0$ se obtiene la cantidad de neutrones $n_0 \cdot v_0 \approx 10^9$ cm/s en la velocidad de los neutrones. Sustituyendo valores se obtiene (para una presión en el uranio de $p = 10^{18}$ dinas/cm²)

$$n \simeq n_0 \exp (4.7 \times 10^{10} t) \quad (7)$$

El tiempo de crecimiento t_e en el factor e es $t_e \simeq 2 \times 10^{-11}$ s. El Pellet es mantenido unido por las fuerzas de inercia durante un tiempo $\simeq 10^{-9}$ s. Después de este tiempo se tiene

5. $n = n_0 e^{50} \simeq 10^{22} n_0.$

Este valor permite predecir un índice de fisión elevado de los núcleos de los átomos en el material fisible altamente comprimido. El factor N de la ecuación (6), debajo del signo exponencial, da lugar, a causa de la mayor densidad, a

10. una reacción en cadena considerablemente más rápida que en las bombas atómicas usuales.

Mencionemos todavía la realización y el efecto de la compresión magnética. Tanto los rayos de electrones como los rayos laser ofrecen otra posibilidad de compresión, debida a las fuerzas de los campos magnéticos intensos que actúan sobre un plasma. A causa de a) el campo magnético propio de un rayo de electrones, b) efectos termoeléctricos y c) la interacción no lineal del rayo de electrones o del rayo laser se pueden producir campos magnéticos de varios millones de Gauss, que

15. se pueden aprovechar para una compresión magnética del Pellet hasta densidades muy altas. Dos campos de aplicación fundamentales del procedimiento según el invento son el funcionamiento de reactores en calidad de reactores de fisión o de incubación, así como el accionamiento de vehículos, en especial vehículos espaciales. Los reactores también pueden ser reactores de fisión y de fusión combinados.

N O T A

La patente de invención que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación, deberá recaer sobre: "PROCEDIMIENTO Y MEDIO PARA LA INICIACION

30.

Y REALIZACION DE MICROEXPLOSIONES DE FISION PARA LA LIBERACION NUCLEAR CONTROLADA DE ENERGIA, con Prioridad de la Demanda de Patente en Suiza núm. 401/73 de fecha 12 de enero de 1973, según las características esenciales de las siguientes:

5.

REIVINDICACIONES

10. 1ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, caracterizado por el hecho de que el material fisible, por ejemplo U 235, U 233, Pu 239 o una combinación de estos materiales se comprime hasta una densidad elevada por medio de rayos, como rayos laser, de electrones o de iones o una combinación de estos rayos, para provocar una reacción en cadena, con lo que se produce un sistema crítico.

15. 2ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que el material fisible que se quiere comprimir se rodea de un reflector de neutrones, con el fin de reducir la energía de compresión que tiene que ser suministrada por los rayos.

25. 3ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 2ª, caracterizado por el hecho de que el reflector de neutrones se compone de material termonuclear, que se utiliza para reducir la masa crítica del material fisible y para la liberación de energía termonuclear para la producción de energía.

30. 4ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 1ª o una de las reivindicaciones 2ª y 3ª, caracterizado por el hecho de que el ma-

terial fisible y/o el material termonuclear se modelan en forma de cuerpo.

5. 5ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 4ª, caracterizado por el hecho de que el cuerpo se configura en primer lugar como cuerpo hueco, cuya cavidad se hace desaparecer después por medio de la compresión.
10. 6ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que para la compresión se utilizan rayos de macromoléculas o de partículas sólidas pequeñas a microscópicas.
15. 7ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 1ª, caracterizado por el hecho de que la compresión se realiza por vía magnética, utilizando corrientes de energía de los rayos o corrientes eléctricas intensas, en especial corrientes termoeléctricas.
20. 8ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según reivindicación 1ª, que se caracteriza por el hecho de que con dicho procedimiento se hacen funcionar reactores en calidad de reactores de fisión o de incubación o se accionan vehículos, en especial vehículos espaciales.
25. 9ª.- Procedimiento para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 8ª, que se caracte-
- 30.

teriza por el hecho de que los reactores son reactores de fisión y de fusión combinados.

5. 10ª.- Medio para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, para la realización del procedimiento según las reivindicaciones 1ª a la 7ª, caracterizado por el hecho de que es un cuerpo comprimido, que contiene material fisible como U 235, U 233, Pu 239 o combinaciones de estos materiales.

10. 11ª.- Medio para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 10ª, caracterizado por el hecho de que el material fisible está contenido en el centro del cuerpo, al que rodea al menos una capa concéntrica, por ejemplo, de material termónuclear, que representa un reflector de neutrones.

15. 12ª.- Medio para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 11ª, caracterizado por el hecho de que entre las capas de, por ejemplo, material termónuclear se prevé al menos una capa concéntrica de material fisible.

20. 13ª.- Medio para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 10ª, caracterizado por el hecho de que el material fisible está mezclado con material termónuclear.

25. 14ª.- Medio para la iniciación y realización de microexplosiones de fisión para la liberación nuclear controlada de energía, según la reivindicación 10ª o una de las reivindicaciones 11ª a 13ª, caracterizado por el hecho de que el

30.

cuerpo posee la forma de un Pellet o de un cilindro.

15ª.- PROCEDIMIENTO Y MEDIO PARA LA INICIACION Y REALIZACION DE MICROEXPLOSIONES DE FISION PARA LA LIBERACION NUCLEAR CONTROLADA DE ENERGIA.

5. Según queda sustancialmente descrito en la presente memoria, que consta de doce hojas, escritas a máquina por una sola cara, y acompañada de dibujos.

Madrid, 12 de enero de 1974

D. FRIEDWARDT WINTERBERG

P. P.

FRANCISCO GARCIA CABREIZ
P. P.

Firmado: M.^a Dolores Jorquera

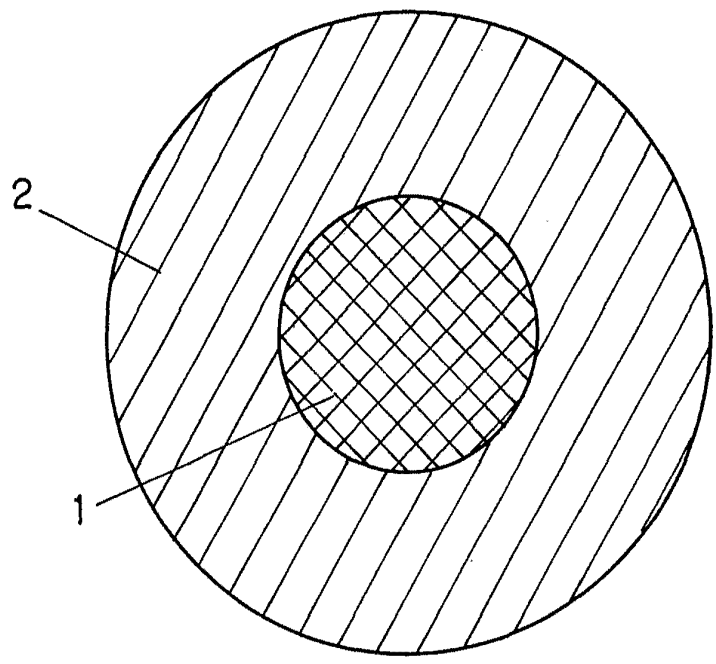


Fig. 1

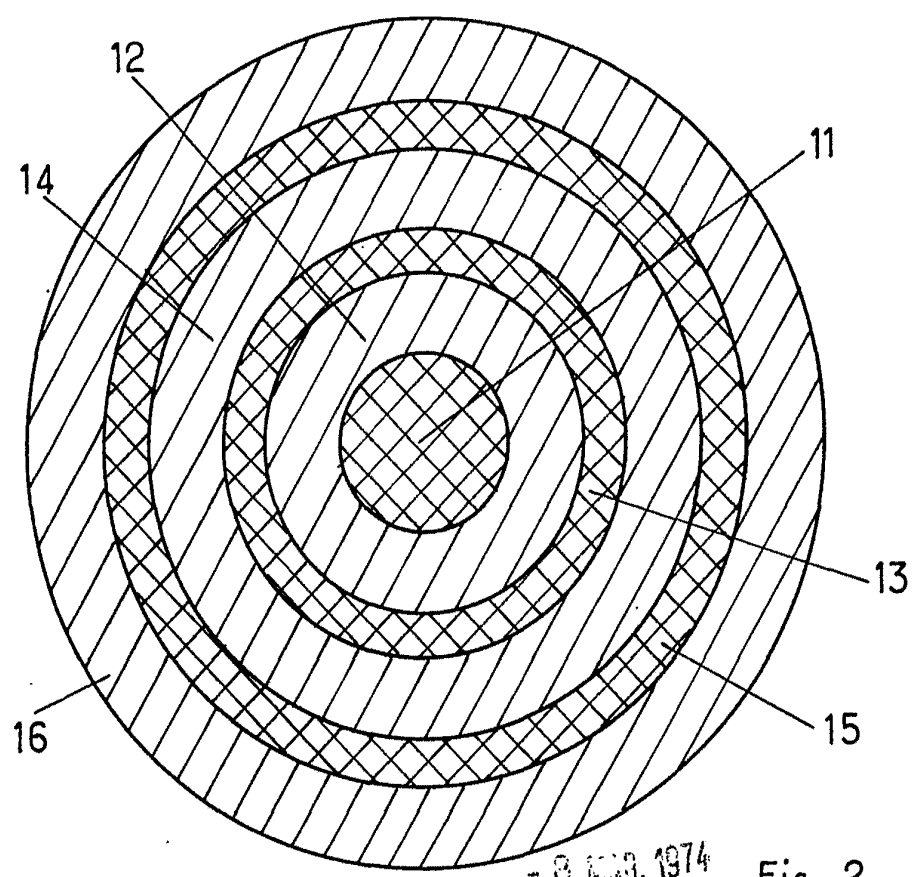


Fig. 2

Escala variable

Madrid, - 8 MAR. 1974
Dr. FRIEDWARDT WINTERBERG
P.P. P.P. GARCIA CABRERIZO

Firmado: P. P. García Cabrerizo