

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 662**

51 Int. Cl.:
B23K 10/00 (2006.01)
G21B 3/00 (2006.01)
H05H 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06763022 .8**
96 Fecha de presentación: **09.08.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1924387**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.05.2008**

54 Título: **PROCEDIMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA TÉRMICA.**

30 Prioridad:
07.09.2005 EP 05019473

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.01.2012

73 Titular/es:
PURRATIO AG
MORIKESTRASSE 30
73765 NEUHAUSEN A.D.F., DE

72 Inventor/es:
REICHMANN, Richard y
BARTH, Karl-Ludwig

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 371 662 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

Procedimiento para la producción de energía térmica.

La invención se refiere a procedimiento para la producción de energía térmica, en el que las materias primas ligeras, susceptibles de procesos de fusión, se disocian con aportación de energía, se ionizan y después se conducen a la fusión.

Por el documento EP 0 919 317 A1 se conoce un procedimiento para la generación de una llama mediante un arco de plasma, en el que se disocia el vapor de agua en hidrógeno y oxígeno por aportación de energía eléctrica, después se ioniza el hidrógeno y se emplea para el mecanizado térmico de metales. En este procedimiento se introduce el vapor de agua a través de una tobera en la cámara de electrodos y allí, por aportación de energía eléctrica, se enciende un arco de plasma. En un aparato comercial, basado en este procedimiento, se abastece con energía eléctrica un quemador de plasma en forma de pistola, que está conectado a la tensión de la red normal mediante un dispositivo alimentador. En el interior del tubo del quemador se enciende un arco eléctrico entre la boquilla del ánodo y el cátodo, que convierte el agua que se halla en dicho tubo en primer lugar en vapor de agua y después en estado de plasma. Con ello, las moléculas de agua se disocian, se ionizan sus componentes y salen de la boquilla del quemador en forma de rayo de plasma por la presión que se ha generado de modo natural. Con este chorro de plasma se puede cortar el metal, se puede soldar, y se pueden realizar otros mecanizados térmicos.

En principio, el aparato es apropiado para mecanizar con la calidad de un rayo láser cualquier material no combustible, incluidos el acero inoxidable y muy aleado, el aluminio, el titanio, la arcilla, el hormigón y la cerámica.

En el documento EP 463 089 B1 se describe la llamada fusión fría, en la que por electrólisis se insertan átomos de deuterio dentro de un material de red cristalina, que tiene estructura cristalina capaz de generar por fusión de núcleos un calor en exceso sin destruir el material de la red cristalina. Allí se describen los procesos físicos que tienen lugar con diferentes materias primas y con diferentes materiales de reacción, siempre en el contexto de la electrólisis. Los procesos allí descritos han sido investigados también en el pasado por otros científicos, por lo que forman parte de los conocimientos básicos de los expertos de este ámbito.

En base a esta propuesta se han realizado ya múltiples intentos y propuestas, pero hasta el presente no se ha logrado al parecer que ninguna propuesta adopte una forma accesible para todos en uno de los vehículos energéticos importantes actualmente, como son el gas, el petróleo, el carbón o incluso el uranio, que permita aplicarse para sustituir los múltiples casos de generación de energía, ya sea la generación térmica directa, ya sea la generación de electricidad, ya sea el accionamiento mecánico, etc. No se ha logrado en el plano industrial ni en las instalaciones menores de uso doméstico.

En el documento EP 0 393 465 A2 se describe fundamentalmente un procedimiento de producción de fusión nuclear, en el que se mantiene un plasma entre dos electrodos y por lo menos uno de los electrodos está dotado de una superficie fabricada con paladio, titanio o una aleación de hierro-titanio. El electrodo se enfría con un líquido refrigerante de tal manera que el deuterio puede absorberse fácilmente en el material reactivo. Además se insufla en la cámara de reacción un material gaseoso, por ejemplo deuterio o una composición de deuterio, para efectuar la reacción de fusión nuclear en el material reactivo. En lo fundamental se describe un proceso de un plasma de baja presión, en el que tiene lugar una descarga luminiscente (tipo efluvo).

Es, pues, objeto de la presente invención desarrollar un procedimiento, con el que sea posible generar calor en exceso aplicando la fusión fría, incluso en una unidad compacta pequeña.

Este objeto se logra según la invención con un procedimiento que tiene las características definidas en la reivindicación principal. Otras formas de ejecución ventajosas se describen en las reivindicaciones secundarias.

Según la invención se emplea para generar energía térmica un arco de plasma que se halla entre un cátodo y un ánodo (cuya polaridad puede invertirse), en el que se introducen materias de partida ligeras, susceptibles de procesos de fusión, y que por aportación de energía eléctrica, se convierten al estado de plasma. Para ello se emplea un cátodo metálico, que es idóneo para dejar que las partículas generadas en el plasma se difundan en él y para permitir un proceso de fusión en la red cristalina metálica.

El arco de plasma que se halla entre los electrodos se mantiene normalmente con energía eléctrica. El arco de plasma se mantiene en una atmósfera de un material, que contiene las materias primas de partida requeridas para la fusión nuclear, como son los átomos de hidrógeno, deuterio o tritio o bien sus iones, también átomos e iones de litio. Como sustancia de partida puede utilizarse el agua tal cual, con sus isótopos naturales o incluso, para aumentar el grado de eficacia, agua pesada, agua deuterada o agua sustituida por tritio y/o mezclas de los mismos con agua normal. Los materiales de partida ligeros requeridos pueden aportarse en forma sólida, líquida o gaseosa y después

llevarse a la proximidad del arco de plasma. En forma gaseosa pueden insuflarse directamente, en forma líquida es necesario un paso intermedio de vaporización, por ejemplo directamente con el calor del arco de plasma. En el arco de plasma, estas partículas se transforman en estado de plasma y trabajando con la intensidad de corriente adecuada, situada por encima de los 3 A, se generan en una cantidad suficiente para permitir que un caudal apropiado de iones (H^+ , D^+ , T^+ , Li^+ ... pero no O^+ ni N^+) se dirija al cátodo. Es de esperar que los iones después de pasar por la caída de tensión catódica impacten sobre el cátodo con una determinada energía de choque y que la densidad iónica sea muy elevada en el cátodo.

Para que pueda generarse el exceso térmico, el cátodo se fabricará con un material que tenga una red cristalina metálica y que permita el proceso de fusión. El cátodo en su totalidad puede ser de este material bien puede tener solamente un recubrimiento de este material. Los materiales que en principio son adecuados para ello son los metales del grupo VIII y del grupo IV A del Sistema Periódico y sus aleaciones. Se trata en especial del paladio, hierro, cobalto, níquel, rutenio, rodio, osmio, iridio, titanio, circonio, hafnio y sus aleaciones. Las partículas que se desplazan hacia el cátodo se difunden en la red cristalina del material del cátodo y producen en su interior el proceso de fusión nuclear ya descrito en la bibliografía técnica, gracias al cual se genera un exceso de calor. Esta calor puede evacuarse por los más diversos métodos, que ya son familiares para los expertos, por ejemplo en la forma más simple por transporte del calor mediante un fluido térmico, de modo que este calor pueda transformarse seguidamente, ya sea de forma directa, ya sea de forma indirecta, en múltiples variantes en otra forma de energía, por ejemplo energía eléctrica o mecánica.

Como material de cátodo ha dado resultados especialmente ventajosos el paladio, que es especialmente apropiado por su afinidad electrónica (trabajo de salida) de 5,6 eV, que es relativamente elevada con respecto a los demás materiales indicados. Enfriando el cátodo de modo adecuado se puede impedir mucho antes el flujo de electrones, generado por el calor generado en el cátodo, a través del arco de plasma, porque este no contribuye nada al proceso de generación de calor o incluso lo obstaculiza, porque de este modo no se genera o incluso se impide el caudal parcial deseado dirigido hacia el cátodo para desencadenar la fusión nuclear en el cátodo. Para conseguir algo similar con otros materiales, debido a que la afinidad electrónica es más reducida, se requeriría un enfriamiento mucho más intenso para impedir o para mantener en su valor más bajo posible el caudal de electrodo no deseado que sale del cátodo.

La forma y el volumen del cátodo y el caudal que fluye a través del mismo determinan la cantidad de calor que puede generarse en el metal con un potencial eléctrico determinado. El ánodo puede estar opcionalmente revestido con uno de los materiales mencionados previamente o bien fabricarse con dicho material, pero parece que es suficiente emplear para ello cualquier material conductor apropiado, por ejemplo el platino, níquel, carbón o cobre, que de por sí no reaccione con los componentes del proceso, para evitar que tengan lugar reacciones molestas. Deberá intentarse una configuración favorable del ánodo para que el plasma tenga una gran superficie de interacción con el cátodo.

Según otra forma preferida de ejecución, el plasma recibe impulsos de corriente. Estos impulsos de corriente pueden aplicarse en lugar de una corriente constante o como suplemento de ella y producen una elevación intensa de corta duración de la corriente y, de este modo, de la temperatura en el arco de plasma, con lo cual se generan las partículas deseadas en una cantidad mayor y, por tanto, producen la corriente parcial ya mencionada previamente en dirección al cátodo en un grado, que produce después una fusión nuclear con el material del cátodo, que genera mayor energía térmica que la requerida para el funcionamiento del arco de plasma. En función de las intensidades de corriente, con las que funciona el arco de luz, los impulsos pueden tener una duración comprendida entre μ seg y segundos. Por ejemplo en el caso del paladio, los impulsos de corriente para generar la temperatura requerida pueden tener una intensidad de corriente de 60 A por breve tiempo, por ejemplo durante 1 μ seg. En función de la intensidad de corriente y de la duración de los impulsos pueden generarse muchos isótopos de iones de hidrógeno (H^+ , D^+ , T^+ , ...) u otros iones adecuados (Li^+), que después estarán disponibles para el proceso de fusión, aunque obviamente la intensidad de corriente tendrá que elegirse de manera que no se destruya el material del cátodo. Con los impulsos de corriente se consiguen tres cosas: por un lado el calentamiento de corta duración ya mencionado previamente para generar las partículas D^+ , T^+ , por otro lado la evitación de un calentamiento demasiado fuerte del material del cátodo, térmicamente lento, con la corriente no deseada de electrones y además la elevación de los procesos de fusión, porque este cambio rápido de intensidad, cuando circulan intensidades elevadas por el cristal de paladio, y, gracias a ello, el cambio rápido de potencial (del orden de μ seg) son especialmente eficaces en el sólido y en el plasma.

Según otra forma de ejecución del procedimiento, el arco de plasma puede funcionar con un número suficientemente elevado de impulsos de corriente por unidad de tiempo en lugar de funcionar con corriente constante. La frecuencia debería ser tan elevada que el plasma del arco en la fase de postcombustión del impulso precedente reciba ya el impulso siguiente que permita que siga funcionando sin tensión constante.

Según una forma preferida de ejecución, los impulsos de corriente se generan desde una fuente de alimentación de alta tensión, que carga un condensador, y a través de un tramo de descarga, empleándose con preferencia un

condensador de una capacidad suficientemente grande para mantener las intensidades mínimas de corriente necesarias a lo largo de los períodos mínimos requeridos para los impulsos.

5 Por lo demás, al arco de plasma se le puede sobreponer con ventaja una modulación (excitación) energética adicional en forma de alta frecuencia (HF). Si la excitación de HF tiene lugar con la frecuencia del plasma iónico ($i = H^+, D^+, T^+$) de los correspondientes isótopos del hidrógeno o de otros isótopos idóneos para la fusión, entonces se puede elevar específicamente su energía para influir ventajosamente en el proceso de fusión. Si la frecuencia del campo HF aplicado se elige de tal manera que se sitúe por debajo de la correspondiente frecuencia del plasma iónico, entonces se puede generar una capa marginal HF entre el plasma y la superficie del cátodo, que facilita el bombardeo iónico energético de la superficie del cátodo de paladio con energías iónicas comprendidas entre algunos 100 eV y 1000 eV e intensifica el proceso de fusión. Los procesos intrínsecos de cambio de potencial, por ejemplo el modo intrínseco de diente de sierra de alta frecuencia de un soplete de plasma, son también apropiados para la formación de la capa marginal.

15 El cambio rápido de alta frecuencia de todas las condiciones de potencial existente en el plasma y en sólido, del orden de μs , influye ventajosamente en los procesos de fusión. Esto puede ocurrir por los potenciales aplicados desde fuera o por los procesos intrínsecos de cambio de potencial, por ejemplo el modo intrínseco de diente de sierra de alta frecuencia de un soplete de plasma.

20 Los procesos de fusión son especialmente eficaces cuando la sucesión de un impacto (rebote) de los iones de isótopos de hidrógeno, de gran energía, y el cambio rápido de las condiciones de potencial (en el sólido y también en el plasma) del orden de μs guardan entre sí una relación temporal determinada, en especial cuando los acontecimientos tienen lugar de modo prácticamente simultáneo.

Según otra forma de ejecución, el cátodo, con preferencia de paladio, puede cargarse en primer lugar sucesivamente con un determinado isótopo del hidrógeno y después bombardearse con otro isótopo apropiado para la fusión, con el fin de desencadenar específicamente p.ej. reacciones especiales, tales como D-D o D-T.

25 En su forma preferida de ejecución, el material del cátodo se enfría. Esto puede realizarse con el correspondiente enfriamiento del material, en el supuesto de que se halle solamente en la superficie, o también con el enfriamiento del cátodo completo. El cátodo se puede enfriar por ejemplo con el material de partida, que entonces se vaporiza y se conduce al plasma. De igual manera es posible el enfriamiento activo del cátodo y otro tipo de introducción de los materiales de partida en el plasma. El proceso de fusión resulta especialmente eficaz cuando el cátodo se mantiene en temperaturas óptimas más bajas. Las condiciones para el flujo de electrones desde el material del cátodo se ajustan con preferencia de manera que el caudal de electrones sea mínimo. Esto puede conseguirse con la elección de los materiales apropiados, con preferencia el paladio, o de otros materiales idóneos para la fusión, que tengan la mayor afinidad electrónica (trabajo de salida) posible, y con el correspondiente enfriamiento.

35 Tal como se ha mencionado antes, la evacuación del exceso de energía puede realizarse de múltiples maneras, que los expertos ya conocen. En la figura se representa la estructura básica ilustrativa de la ejecución del procedimiento, en este caso el exceso de energía se evacúa en forma de una llama. En una cámara de combustión 1, que contiene el ánodo 3 y el cátodo 4 aislados entre sí mediante el aislamiento 9, se halla un medio apropiado, por ejemplo vapor de agua. Por la bibliografía técnica es ya conocido en general que para estabilizar el arco de plasma se tiene que introducir el vapor de agua de forma centrifugada (vórtice) en la cámara de combustión 1. El ánodo 3 tiene una tobera de salida 2 para la llama generada por el arco de plasma 10. La tobera de salida puede tener, en función de la aplicación, un diseño apropiado (p.ej. una tobera Laval).

Los electrodos están conectados a la fuente de alimentación de la red 5, que proporciona la energía necesaria al arco de plasma en el modo estándar de funcionamiento. En paralelo a la fuente de alimentación 5 están conectados a lo largo de la distancia que separa los electrodos un condensador o una batería de condensadores 7 y una fuente de alimentación de alta tensión 8.

45 A título experimental se lleva a la práctica el procedimiento de la invención con un aparato comercial de la empresa Multiplaz AG (Multiplaz 2500), que se suministra como aparato para el mecanizado térmico, tal como se ha descrito en la introducción. En este aparato se emplea agua y se mantiene el arco de plasma con una tensión de diente de sierra (tensión de diente de sierra con una porción de corriente continua de aprox. 150 V y como máximo de 250 V, frecuencia aproximada: 25 kHz, intensidad inicial máxima aprox. 8-10 A). Con el montaje adicional de una fuente de alimentación de alta tensión 8, que carga con una tensión el condensador 7 de 1 μF , además de la tensión de funcionamiento se generan impulsos de corriente a través de la distancia 8 existente entre los electrodos, que en el plasma tienen como consecuencia un impulso de una intensidad de corriente apropiada, por ejemplo, en el caso de un cátodo provisto de paladio, de 60 A, con una duración aprox. de 1-2 μs . De este modo se ha podido generar una potencia inicial sustancialmente mayor que la requerida para la generación.

ES 2 371 662 T3

Con este procedimiento es posible generar calor de modo económicamente favorable y el procedimiento puede aplicarse en todos aquellos casos, en los que hasta ahora se venían utilizando combustibles fósiles y/o renovables y/o químicos, para aprovechar la energía calorífica ya sea de modo directo, ya sea por conversión de la misma en otras formas energéticas utilizables (energía mecánica, energía eléctrica).

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la generación de energía térmica, que tiene las características siguientes:
- disponer una cámara de combustión (1) con un ánodo (3) y un cátodo (4), de un material que tenga una red cristalina metálica,
 - 5 - emplear un material metálico para el cátodo, que sea apropiado para permitir un proceso de fusión dentro de la red cristalina metálica,
 - disponer una atmósfera gaseosa en la cámara de combustión (1) formada por un material que contiene las materias primas ligeras requeridas para la fusión nuclear,
 - generar un arco de plasma (10) por aportación de energía eléctrica entre los electrodos (3, 4),
 - 10 - cambiar con alta frecuencia las condiciones de potencial existentes en el plasma y en el material del cátodo, con preferencia del orden de μs , y está caracterizado por:
 - disponer una tobera de salida (2) en el ánodo (3) para que pueda salir la llama generada por el arco de plasma (10).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque para generar el estado de plasma deseado se emplea una intensidad de corriente de ≥ 3 A.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque se emplean impulsos de una intensidad de corriente y una amplitud que son suficientes para mantener las condiciones de temperatura y de densidad a lo largo de un período de tiempo suficientemente largo para generar las partículas en el plasma.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el arco de plasma funciona con un número suficientemente frecuente de impulsos de corriente por unidad de tiempo en lugar de una corriente constante.
- 20 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el impulso de corriente se genera a través de una fuente de alimentación de alta tensión, que carga un condensador, y una distancia entre los electrodos.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se sobreponer al arco de plasma una modulación (excitación) energética adicional en forma de alta frecuencia, con preferencia en o por debajo de la frecuencia correspondiente del plasma iónico.
- 25 7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el cátodo, con preferencia de paladio, se carga sucesivamente con un isótopo determinado de hidrógeno y a continuación se bombardea con otro isótopo apropiado para la fusión.
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las condiciones de la corriente de electrones que sale del material del cátodo se ajusta de tal manera que dicha corriente de electrones sea mínima.

