

OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 363 959**

② Número de solicitud: 201090054

⑤ Int. Cl.:

C01B 3/04 (2006.01)

C01C 1/04 (2006.01)

F03G 6/02 (2006.01)

F24J 2/04 (2006.01)

C25B 1/04 (2006.01)

C01B 21/04 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **20.02.2009**

⑩ Prioridad: **22.02.2008 JP 2008-041990**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **22.08.2011**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
22.08.2011

⑦ Solicitante/s:
TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA
1, Toyotacho
Toyota-shi, Aichi 4718571, JP

⑦ Inventor/es: **Nakamura, Norihiko y**
Kikuchi, Noboru

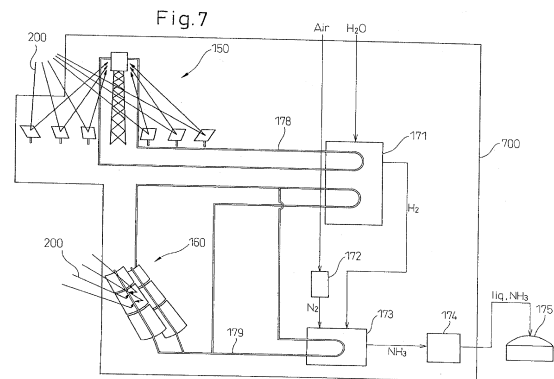
⑦ Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

⑤ Título: **Método para almacenar energía solar térmica.**

⑤ Resumen:

Método para almacenar energía solar térmica.

Un método para almacenar energía solar térmica incluye: adquirir energía solar térmica, realizar una reacción para producir hidrógeno a partir de agua, usando una parte de la energía solar térmica adquirida, y realizar una reacción para sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno y del hidrógeno obtenido usando otra parte de la energía solar térmica adquirida.



ES 2 363 959 A1

DESCRIPCIÓN

Método para almacenar energía solar térmica.

5 **Campo técnico**

El reciente calentamiento global se convierte en un problema cada vez más serio y llega a tener una posibilidad de amenazar la supervivencia humana en el futuro. La principal causa de ello es considerada el dióxido de carbono (CO₂) liberado a la atmósfera a partir de los combustibles fósiles que han sido usados en gran cantidad como fuente de energía en el siglo 20. Por consiguiente, se cree que no se permitirá el uso continuado de combustibles fósiles en un futuro próximo. Por otro lado, el aumento de la demanda de energía con el rápido crecimiento en los países llamados en desarrollo tales como China, India y Brasil lleva al temor de que el agotamiento de petróleo y gas natural, hasta ahora considerados inextinguibles, resulte una realidad.

Si esta situación continúa, como se espera totalmente también desde la reciente y repentina subida del precio del petróleo, los combustibles fósiles tales como el petróleo y el gas natural no podrán ser usados como fuente de energía barata dentro de veinte a treinta años. Consiguientemente, se ha solicitado encontrar una nueva fuente de energía y un nuevo combustible que ni emita dióxido de carbono, ni dependa del combustible fósil limitado.

20 **Técnica anterior**

Como energía alternativa para reemplazar la energía de combustibles fósiles tales como petróleo y gas natural, se están haciendo estudios actualmente sobre la energía del carbón, la energía de la biomasa, la energía nuclear, y la energía natural, tal como la energía eólica y la energía solar.

En el caso de usar energía del carbón como energía alternativa, se libera una gran cantidad de dióxido de carbono por la combustión del carbón y esto ya se ha dicho que resulta ser un problema. Para resolver este problema, se ha propuesto recoger el dióxido de carbono de la combustión del carbón y almacenar el dióxido de carbono recogido bajo tierra, y están siendo llevados a cabo numerosos proyectos de investigación con relación a este asunto. Sin embargo, el almacenamiento estable a largo plazo del dióxido de carbono no es seguro y también, los lugares adecuados para su almacenamiento están distribuidos de modo desigual. Además, el elevado coste requerido para la recuperación y transferencia del dióxido de carbono y la inyección del dióxido de carbono bajo tierra resultarán un problema. Además, la posibilidad de que la combustión de carbón genere un problema medioambiental debido a la generación de óxido de azufre (SO₄), humo y similares resultará también un problema.

La energía de la biomasa como energía alternativa, particularmente el biocombustible que principalmente comprende etanol, está atrayendo mucha atención. Sin embargo, es necesaria una gran cantidad de energía para la producción y concentración de etanol a partir de las plantas, y esto es a veces desventajoso desde el punto de vista de la eficiencia energética. Además, en el caso de usar maíz, soja, caña de azúcar o similares como materia prima para biocombustible, como estos son usados desde luego como comida y alimento, se incurre en una escalada del precio de comida y alimento. Por consiguiente, la biomasa no puede ser considerada como una fuente de energía sustancial excepto para regiones especiales tales como Brasil.

El uso de energía nuclear como fuente de energía alternativa no se espera que tenga un progreso grande y mundial, debido a que no se ha encontrado una solución satisfactoria para el tratamiento de residuos radiactivos procedentes de las centrales nucleares y hay muchas opiniones contrarias basadas en el temor a la proliferación nuclear. En su lugar, el uso de energía nuclear como energía alternativa disminuirá a largo plazo con un aumento de la abolición de los reactores nucleares viejos.

Como se ha descrito antes, toda la energía del carbón, energía de la biomasa y energía nuclear no se puede decir que tengan éxito en la resolución de los problemas de sostenibilidad y la generación de dióxido de carbono que conduce al calentamiento global. Consiguientemente, la energía natural tal como energía eólica y energía solar es considerada es considerada como una fuente de energía ideal.

En relación al uso de energía eólica como energía alternativa, las centrales de generación de energía eólica se han extendido recientemente por todo el mundo. Sin embargo, los lugares adecuados que tienen un viento estable y sin peligro de tifones, huracanes, tormentas eléctricas o similares, o en los que el ruido generado desde un molino de viento no resulte un problema, son limitados. Por consiguiente, la energía eólica es insuficiente por si misma, aunque sea un fuerte candidato para la energía alternativa.

Se cree que la energía solar es una energía natural más estable e intensiva como energía alternativa. Particularmente, hay extensos desiertos cerca del ecuador denominados el Cinturón del Sol del globo, y la energía solar ahí es casi inagotable. A este respecto, se ha asumido que puede obtenerse tanta energía como 7.000 GW mediante el uso de un pequeño porcentaje del área de los desiertos que se extienden en el área suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, y que la totalidad de la energía para todos los seres humanos puede ser suministrada mediante el uso de sólo un pequeño porcentaje del área de los desiertos de la Península Arábiga y del Norte de África.

ES 2 363 959 A1

De este modo, la energía solar es muy potente como energía alternativa, sin embargo, desde un punto de vista de uso práctico, se ha considerado necesario resolver los problemas de que (1) la densidad de energía de la energía solar es baja y (2) el almacenamiento y transferencia de energía solar son difíciles.

5 Para el problema de que la densidad de energía de la energía solar es baja, se ha propuesto una resolución recogiendo la energía solar por medio de un colector masivo. Sin embargo, el almacenamiento y transporte de la energía solar son muy difíciles en particular cuando la distancia de transporte es larga y la cantidad de energía es grande.

10 La energía solar es convertida generalmente en energía eléctrica como energía secundaria directamente mediante una célula solar o indirectamente mediante una turbina de vapor o similar, y convertida así en una forma conveniente para uso y transporte. Cuando la energía solar es convertida en potencia eléctrica, la energía de la potencia eléctrica puede ser transferida a una línea de transmisión de potencia eléctrica, y por ello el problema de transferencia de energía es superado en principio. Sin embargo, en el caso en el que una central para obtener energía
15 de potencia eléctrica a partir de energía solar es instalada en una región desértica rica en energía solar, una línea nueva de transmisión de potencia eléctrica de alta capacidad necesita ser construida y mantenida, pero esto es difícil en muchos casos. Además, se ha pensado que es muy difícil transferir la energía de potencia eléctrica obtenida a partir de energía solar, por ejemplo en una central en una región desértica a otro continente o isla a través del océano.

20 El almacenamiento de la energía eléctrica a veces resulta un problema. El desarrollo de una batería para almacenar energía eléctrica es un tema principal existente previamente y está siendo seguido en todo el mundo. Sin embargo, incluso la batería de iones de litio más avanzada no es satisfactoria con respecto al almacenamiento de una gran cantidad de energía eléctrica, y una batería en particular para una gran cantidad de energía eléctrica necesita ser
25 desarrollada en términos de seguridad. También, en la central para obtener energía de potencia eléctrica a partir de energía solar, se requieren una unidad de almacenamiento térmico masivo, una caldera auxiliar y similar, así como la batería, en caso de que la generación de energía resulte difícil debido al mal tiempo o similar, y esto constituye un enorme coste de construcción.

30 También se han hecho estudios para convertir energía solar como la energía primaria a hidrógeno como la energía secundaria, y sintetizar amoníaco, metano o similares usando el hidrógeno obtenido como una materia prima (Publicación de Patente Japonesa Abierta N° 2006-319291).

35 El hidrógeno está atrayendo la atención como energía limpia, pero de modo similar a la energía eléctrica, su almacenamiento es un problema fundamental. Para el suministro a una célula de combustible, se ha realizado recientemente mucha investigación sobre el almacenamiento de hidrógeno, y está resultando evidente que la aplicación práctica del mismo no es fácil. También, para la transferencia de hidrógeno, la construcción de tuberías de hidrógeno es más difícil que la construcción de líneas de transmisión de energía eléctrica. En particular, la construcción de una infraestructura de red de tuberías de hidrógeno para el suministro a usuarios es difícil. Además, el hidrógeno líquido debe ser almacenado a -253°C, y por ello el almacenamiento de hidrógeno líquido no puede ser considerado actualmente, excepto
40 para usos especiales tales como el desarrollo espacial.

Exposición del invento

45 Como se ha descrito antes, aunque se han realizado esfuerzos para convertir la energía solar como la última energía sostenible en energía eléctrica, hidrógeno o similares como la energía secundaria actualmente en todo el mundo, hay grandes problemas en el almacenamiento y transferencia de tal energía secundaria. A menos que los problemas relativos al almacenamiento y transferencia de la energía sean superados, la distribución mundial así como su uso en un cuerpo móvil tal como un vehículo, avión o barco serán muy difíciles de alcanzar.

50 Un objeto del presente invento es resolver el problema de la energía solar con respecto a su almacenamiento y transferencia, y permitir el uso mundial de energía solar, y resolver por ello el problema de emisión de dióxido de carbono que es un gas invernadero y el problema del agotamiento del petróleo.

55 Un primer conjunto de métodos que pretenden alcanzar el objeto antes descrito se ha descrito a continuación como (A1) a (A20).

60 (A1) Un método para convertir energía solar térmica obtenida en una primera región a energía de potencia motriz usada en una segunda región, teniendo la segunda región una cantidad de radiación solar menor que la de la primera región, incluye:

65 sintetizar amoníaco a partir de aire y agua usando, como una fuente de energía, sólo la energía solar térmica adquirida en la primera región,

transferir el amoníaco desde la primera región a la segunda región, y

ES 2 363 959 A1

quemar el amoníaco en la segunda región de tal forma que se produzcan nitrógeno y agua, obteniendo por ello la energía de potencia motriz.

5 (A2) El método descrito en (A1) anterior puede incluir en la operación de transferencia, usar el amoníaco como un combustible para obtener al menos una parte de la energía eléctrica y/o potencia motriz necesaria para realizar la transferencia.

10 (A3) El método descrito en (A1) o (A2) anterior puede incluir liberar el nitrógeno y el agua producidos en la operación de combustión a la atmósfera y a continuación reutilizarlos como fuente de amoníaco en la operación de síntesis.

(A4) El método descrito en cualquiera de (A1) a (A3) anterior puede incluir adquirir la energía de potencia motriz usando un motor de combustión interna.

15 (A5) El método descrito en cualquiera de (A1) a (A4) anterior puede incluir, en la operación de sintetizar el amoníaco:

20 (1) realizar una reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando una parte de la energía solar térmica adquirida; y

(2) realizar una reacción para sintetizar amoníaco a partir del nitrógeno y del hidrógeno obtenidos en la operación (1), usando otra parte de la energía solar térmica adquirida.

25 (A6) El método descrito en cualquiera de (A1) a (A5) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía eléctrica y/o potencia motriz necesaria para realizar la operación de síntesis usando la energía solar térmica adquirida.

30 (A7) El método descrito en cualquiera de (A1) a (A6) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía eléctrica, potencia motriz y/o calor necesario para realizar la operación de síntesis usando el amoníaco sintetizado como un combustible.

35 (A8) El método descrito en cualquiera de (A5) a (A7) anterior puede incluir en la operación (1), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía solar térmica adquirida directamente como una fuente de calor.

(A9) El método descrito en (A8) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (1) mediante un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre.

40 (A10) El método descrito en (A6) o (A7) anterior también incluye en la operación (1), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía eléctrica como una fuente de calor.

45 (A11) El método descrito en (A6) o (A7) anterior puede incluir en la operación (1), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua electrolizando agua con el uso de la energía eléctrica.

(A12) El método descrito en (A10) o (A11) anterior puede incluir adquirir la energía solar térmica por un colector parabólico de tipo artesa.

50 (A13) El método descrito en cualquiera de (A5) a (A12) anterior puede incluir en la operación (2), sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica adquirida directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz.

55 (A14) El método descrito en (A13) anterior puede incluir obtener la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (2) por un colector parabólico de tipo artesa.

60 (A15) El método descrito en cualquiera de (A5) a (A7) anterior puede incluir en la operación (1), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía solar térmica adquirida directamente como una fuente de calor; obtener al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (1) por un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre; en la operación (2), realizar la reacción para sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica adquirida directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz; y, obtener la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (2) por un colector parabólico de tipo artesa.

65 (A16) El método descrito en (A6) a (A7) anterior puede incluir obtener el nitrógeno sometiendo al aire a una separación criogénica usando la energía eléctrica y/o la potencia motriz.

(A17) El método descrito en una cualquiera de (A5) a (A15) anterior puede incluir obtener el nitrógeno quemando el hidrógeno obtenido en la operación (1) para consumir el oxígeno del aire.

ES 2 363 959 A1

(A18) Un método para usar energía solar térmica obtenida en una primera región, como energía de potencia motriz usada en una segunda región, teniendo la segunda región una cantidad de radiación solar menor que la de la primera región, incluye:

5 sintetizar amoníaco a partir de aire y agua usando, como fuente de energía, sólo la energía solar térmica adquirida en la primera región; y,

transferir el amoníaco a la segunda región con el fin de obtener energía de potencia motriz quemando el amoníaco de tal forma que se produzca nitrógeno y agua.

10

(A19) Un método para usar energía solar térmica obtenida en una primera región, como energía de potencia motriz usada en una segunda región, teniendo la segunda región una cantidad de radiación solar menor que la de la primera región, incluye:

15 recibir, en la segunda región, amoníaco sintetizado a partir de aire y agua usando, como fuente de energía, sólo la energía solar térmica adquirida en la primera región; y

quemar el amoníaco de tal modo que el nitrógeno y el agua sean producidos en la segunda región, obteniendo por ello energía de potencia motriz.

20

(A20) Un método para convertir energía solar térmica obtenida en una primera región en energía de potencia motriz usada en una segunda región, teniendo la segunda región una cantidad de radiación solar menor que la de la primera región, incluye:

25 recoger la luz solar para adquirir energía solar térmica por medio de un aparato de adquisición de energía solar térmica en la primera región;

sintetizar amoníaco a partir de aire y agua usando, como fuente de energía, sólo la energía solar térmica adquirida por un aparato de síntesis de amoníaco en la primera región;

30

licuar el amoníaco por medio de un aparato de licuación de amoníaco en la primera región;

transferir el amoníaco licuado por medio de un aparato de transporte de amoníaco desde la primera región a la segunda región; y

35

quemar el amoníaco por medio de un aparato de generación de energía de potencia motriz en la segunda región de tal modo que se produzca nitrógeno y agua, obteniendo por ello energía de potencia.

40 Un segundo conjunto de métodos que pretende alcanzar el objeto antes descrito se ha descrito a continuación como (B1) a (B14).

(B1) Un método para almacenar energía solar térmica incluye:

45

(a) adquirir energía solar térmica;

(b) realizar una reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando una parte de la energía solar térmica adquirida; y

50

(c) realizar una reacción para sintetizar amoníaco a partir del nitrógeno y el hidrógeno obtenido en la operación (b), usando otra parte de la energía solar térmica adquirida.

(B2) El método descrito en (B1) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía eléctrica y/o potencia motriz necesaria para realizar el método usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a).

55 (B3) El método descrito en (B1) o (B2) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía eléctrica, la potencia motriz y/o el calor necesarios para realizar el método usando el amoníaco sintetizado como un combustible.

(B4) El método descrito en una cualquiera de (B1) a (B3) anterior puede incluir usar sólo la energía solar térmica adquirida en la operación (a) como una fuente de energía.

60

(B5) El método descrito en una cualquiera de (B1) a (B4) anterior puede incluir en la operación (b), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor.

65 (B6) El método descrito en (B5) anterior puede incluir obtener al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (b) por un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre.

ES 2 363 959 A1

(B7) El método descrito en (B2) o (B3) anterior puede incluir realizar en la operación (b), la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía eléctrica como una fuente de calor.

5 (B8) El método descrito en (B2) o (B3) anterior puede incluir en la operación (b), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua electrolizando agua con el uso de la energía eléctrica.

(B9) El método descrito en (B7) o (B8) anterior puede incluir en la operación (a), adquirir la energía solar térmica por un colector parabólico de tipo artesa.

10 (B10) El método descrito en una cualquiera de (B1) a (B9) anterior puede incluir en la operación (c), sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz.

15 (B11) El método descrito en (B10) anterior puede incluir obtener la energía solar térmica como una fuente de calor en la operación (c) por un colector parabólico de tipo artesa.

(B12) El método descrito en una cualquiera de (B1) a (B4) anterior puede incluir: en la operación (b), realizar la reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor; obtener al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (b) por un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre; en la operación (c), realizar la reacción para sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz; y obtener la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (c) por un colector parabólico de tipo artesa.

25 (B13) El método descrito en (B2) o (B3) anterior puede incluir obtener el nitrógeno sometiendo al aire a una separación criogénica usando la energía eléctrica y/o la potencia motriz.

30 (B14) El método descrito en una cualquiera de (B1) a (B12) anterior puede incluir obtener el nitrógeno quemando el hidrógeno obtenido en la operación (b) para consumir el oxígeno del aire.

De acuerdo con los métodos antes descritos, los problemas del calentamiento global y del agotamiento del petróleo y gas natural pueden ser superados usando energía solar térmica casi inagotable mediante la conversión o almacenamiento de la misma.

35

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es una vista para explicar un ejemplo de un primer sistema de conversión.

40 La fig. 2 es una vista para explicar un ejemplo de un segundo sistema de conversión.

La fig. 3 es una vista para explicar el flujo de energía del primer sistema de conversión.

45 La fig. 4 es una vista esquemática que muestra un colector parabólico con forma de plato.

La fig. 5 es una vista esquemática que muestra un colector solar de tipo torre.

La fig. 6 es una vista esquemática que muestra un colector parabólico de tipo artesa.

50 La fig. 7 es una vista que muestra un ejemplo de equipamiento para realizar el método de almacenamiento de la energía solar térmica.

Descripción detallada de las realizaciones

55 En lo que se refiere al almacenamiento y transferencia de energía solar, las siguientes tres sustancias son consideradas como candidatas para un combustible líquido que puede ser producido a partir de agua, aire y energía solar térmica y son fáciles de almacenar y transferir:

60 (1) peróxido de hidrógeno (H_2O_2);

(2) hidracina (NH_2NH_2); y,

(3) amoníaco (NH_3).

65 Entre estas sustancias, en vista de su fácil manipulación, se espera que el amoníaco sea un candidato útil. El amoníaco es un gas muy irritante y es una sustancia deletérea que causa daños en el sistema respiratorio cuando un gas del mismo con una elevada concentración es inhalado. Sin embargo, en virtud de su fuerte olor, la fuga de gas incluso en una pequeña cantidad de aproximadamente 5 ppm, que es 1/1.000 o menos de la cantidad letal, puede ser detectado

ES 2 363 959 A1

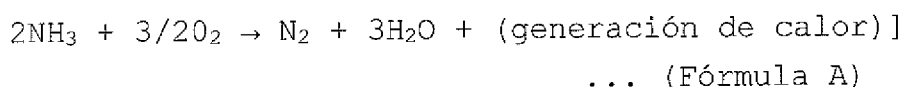
por un ser humano, y la ocurrencia de un escape accidental en el mercado actual es informada en raras ocasiones. Por ejemplo, el amoníaco está siendo usado como un medio de refrigeración para una nevera o refrigerador en un barco de pesca o similar, junto con clorofluorocarbono, pero los accidentes fatales debidos a la fuga de amoníaco son aproximadamente 1/10 de la relación de muerte en la fuga de clorofluorocarbono inofensivo e inodoro. También, el desastre por explosión durante la transferencia de amoníaco es 1/5 o menos que para la gasolina o el gas licuado de petróleo (LPG).

Además, la producción global de amoníaco actualmente es de aproximadamente 150 millones de toneladas por año, y una gran cantidad de amoníaco es usada principalmente para fertilizantes. También a partir de tal uso actual en una gran cantidad en el mercado, se cree que el amoníaco tiene una receptividad social suficientemente elevada.

El amoníaco tiene características físicas próximas a las del LPG y es licuado fácilmente bajo aproximadamente 8 atmósferas a temperatura ordinaria, y el almacenamiento y transferencia del mismo tienen resultados satisfactorios y no son particularmente problemáticos. También, el amoníaco es definido como una sustancia no inflamable, y tiene una capacidad de ignición pequeña, una baja velocidad de combustión incluso en ignición, y un margen de combustión estrecho, y por ello, su manipulación no es considerada como un problema particular.

La densidad de energía del amoníaco es aproximadamente la mitad que la de la gasolina y casi igual que la del metanol. Sin embargo, en la mezcla teórica, el valor calorífico del amoníaco es mayor que el de la gasolina, y por lo tanto el amoníaco es aplicable satisfactoriamente como un combustible incluso para un cuerpo móvil. Además, el amoníaco puede ser suministrado a una central de generación de energía termoeléctrica situada a mucha distancia por un barco de transporte de líquidos o gases o similar, y quemado en vez del gas natural o carbón. En este caso, se considera que la eficiencia teórica de amoníaco sobrepasa a la del gas natural y a la del carbón.

En la combustión de amoníaco, puede llevarse a cabo una reacción de combustión representada por la siguiente fórmula A:



Es decir, no se produce dióxido de carbono en la combustión de amoníaco, y por ello no surge ningún problema relativo al calentamiento global.

Incidentalmente, se ha descrito, por ejemplo en La Publicación de Patente Japonesa Abierta 5-332152, obtener la potencia motriz quemando amoníaco como antes.

Método de Conversión de Energía

Se ha descrito a continuación un sistema 1 de conversión para convertir energía solar térmica en energía de potencia motriz con referencia a la fig. 1.

El sistema de conversión 1 comprende un aparato 10 de adquisición de energía solar térmica para recoger la luz del sol 200 para producir energía solar térmica, un aparato 20 de síntesis de amoníaco para sintetizar amoníaco a partir de agua y aire usando la energía solar térmica (se han descrito detalles de síntesis de amoníaco más adelante con relación al método de almacenamiento de energía solar térmica), un aparato 30 de transporte de amoníaco, y un aparato 40 de generación de energía de potencia motriz para quemar el amoníaco para producir energía de potencia motriz.

El aparato 10 de adquisición de energía solar térmica y el aparato 20 de síntesis de amoníaco están dispuestos en una primera región 3, y el aparato 40 de generación de energía de potencia motriz está dispuesto en una segunda región 3 geográficamente diferente de la primera región 3.

La reacción de síntesis de amoníaco a partir de aire y agua es, como se ha descrito más adelante, una reacción endotérmica en su totalidad. Por consiguiente, el aparato 20 de síntesis de amoníaco usa la energía solar térmica como calor de reacción para producir amoníaco (NH_3) y oxígeno (O_2) a partir de nitrógeno (N_2) contenido en aire y agua (H_2O). El amoníaco producido es licuado opcionalmente, y a continuación transferido como un combustible desde la primera región 3 hasta la segunda región 5 por el aparato 30 que transporta el amoníaco. En la segunda región 5, el amoníaco es quemado por el aparato 40 de generación de energía de potencia motriz de tal modo que se producen nitrógeno y agua, por ello se producen energía de potencia motriz 240 y energía térmica 250.

El nitrógeno y el agua son sustancias inofensivas presentes en una gran cantidad en la atmósfera. Por lo tanto, cuando el nitrógeno y el agua producidos por la combustión son liberados a la atmósfera, circulan según los flujos de convección presentes en el mundo natural y pueden ser usados nuevamente como materias primas del aparato 20 de síntesis de amoníaco situado en la primera región 3.

ES 2 363 959 A1

(Aunque no se ha mostrado, la energía calorífica residual puede ser generada en el aparato 20 de síntesis de amoníaco y el aparato 30 de transporte de amoníaco).

De este modo, usando la energía química del amoníaco, la luz solar 200 introducida en la primera región 3 es transferida a la segunda región 5 en forma de energía de potencia motriz 240 y energía térmica 250. El sistema de conversión 1 no requiere el uso de una fuente de energía diferente a la luz solar 200. Por consiguiente, el sistema de conversión 1 permite convertir la energía solar térmica 210 en energía de potencia motriz 240 sin descargar dióxido de carbono en ninguna de las operaciones del sistema.

10 *Método de Almacenamiento de Energía Solar Térmica*

El método para almacenar energía solar térmica comprende: (a) adquirir energía solar térmica; (b) realizar una reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando una parte de la energía solar térmica adquirida, por ejemplo como una parte de una fuente de calor, una fuente de potencia motriz y/o una fuente de energía eléctrica, particularmente usando la energía directamente como una fuente de calor o como una fuente de energía eléctrica; y, (c) realizar una reacción para sintetizar amoníaco a partir del nitrógeno y del hidrógeno obtenido en la operación (b) usando otra parte de la energía solar térmica adquirida, por ejemplo como una fuente de calor, una fuente de potencia motriz y/o una fuente de energía eléctrica, usando particularmente la energía como una fuente de calor y/o una fuente de potencia motriz.

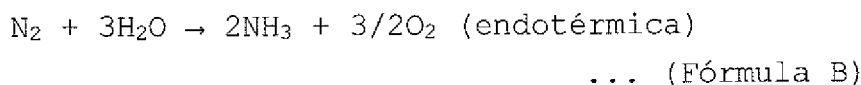
De acuerdo con este método de almacenamiento de energía, el amoníaco es sintetizado usando energía solar térmica, de modo que la energía solar térmica pueda ser almacenada en forma de energía química del amoníaco.

En una realización preferida de este método, al menos una parte de la energía eléctrica y/o potencia motriz necesaria para realizar este método es obtenida usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a). En otra realización preferida, al menos una parte de la energía eléctrica, potencia motriz y/o calor necesario para realizar este método es obtenida usando el amoníaco sintetizado como un combustible. En aún otra realización preferida, sólo la energía solar térmica adquirida en la operación (a) es usada como una fuente de energía.

Ejemplos de la energía eléctrica necesaria para realizar este método incluyen energía eléctrica usada en el accionamiento de una bomba/compresor para hacer fluir y/o comprimir un fluido tal como una materia prima, y energía eléctrica para calentar adicionalmente la fuente de calor. Ejemplos de la potencia motriz necesaria para realizar este método incluyen potencia motriz usada en el accionamiento de una bomba/compresor para hacer fluir y/o comprimir un fluido tal como una materia prima. Ejemplos del calor necesario para realizar este método incluyen calor para calentar adicionalmente la fuente de calor. Con el fin de elevar la temperatura de la fuente de calor a una temperatura que es mayor que la obtenida directamente por la energía solar térmica, a veces es preferible suministrar una parte de la energía térmica para la fuente de calor por energía eléctrica.

De acuerdo con estas realizaciones, el método puede ser realizado mientras se reduce o preferiblemente se elimina el uso de combustibles fósiles tradicionales tales como petróleo.

La reacción entera en la síntesis de amoníaco a partir de agua y nitrógeno está representada por la siguiente fórmula (B):



En el método de almacenamiento de la energía solar térmica, el amoníaco (NH_3) es sintetizado a partir de agua (H_2O) y nitrógeno (N_2) mediante una reacción entre hidrógeno (H_2) y nitrógeno (N_2) usando la energía solar térmica como una fuente de energía para la reacción. A continuación se ha descrito detalladamente el método de almacenamiento de la energía solar térmica.

55 *Método de Almacenamiento de la Energía Solar Térmica - Operación (a) (adquisición de energía solar térmica)*

En el método de almacenamiento de la energía solar térmica, la energía solar térmica es adquirida en la operación (a).

En la operación (a), puede usarse cualquier colector de luz para adquirir energía solar térmica. Por ejemplo, pueden ser usados los colectores de luz siguientes (1) a (3).

(1) *Tipo parabólico con forma de plato*

El colector de tipo parabólico con forma de plato 140 mostrado en la fig. 4 comprende una parte de reflector con forma de plato 141 para recoger luz por reflexión de la luz solar 200, y una parte 142 receptora de luz para recibir la luz recogida. La energía solar térmica es adquirida en esta parte 142 que recibe la luz. La energía solar térmica

ES 2 363 959 A1

obtenida en la parte 142 receptora de la luz puede ser transferida a una porción apropiada usando opcionalmente un medio calorífico tal como metal alcalino fundido (por ejemplo, sodio metálico fundido), sal fundida, aceite y vapor.

5 El colector de luz de este tipo es adecuado para una central relativamente pequeña y es usado preferiblemente en la gama de energía solar térmica de aproximadamente desde 10 Kw hasta varios cientos de Kw. En general, el colector de luz de este tipo tiene una elevada potencia de recogida de luz, y puede obtenerse una fuente de calor de alta temperatura de 2.000°C o más, pero el coste es relativamente elevado.

(2) Tipo de Torre Solar

10 El colector solar de tipo de torre 150 mostrado en la fig. 5 comprende una pluralidad de heliostatos (partes reflectoras) 151 para recoger luz por reflexión de la luz solar 200, y una parte 153 receptora de la luz para recibir la luz recogida. La energía solar térmica es adquirida en esta parte 153 receptora de la luz. La parte 153 receptora de la luz está dispuesta en la parte superior de la torre 152 receptora de la luz. La energía solar térmica obtenida en la parte 153 receptora de la luz puede ser transferida a una porción apropiada usando opcionalmente un medio calorífico.

20 El colector de luz de este tipo es adecuado para una central grande de 10 Mw a varios cientos de Mw. En general, el colector de luz de este tipo tiene una gran potencia de recogida de luz, y puede obtenerse una fuente de calor de alta temperatura de varios miles de °C, pero el coste de construcción de la torre es elevado y se requiere una técnica de alto nivel para controlar los reflectores de espejo.

(3) Tipo Parabólico de Artesa

25 El colector parabólico de tipo artesa 160 mostrado en la fig. 6 comprende una parte 161 de reflector de artesa para recoger luz reflejando la luz solar 200 y una parte 162 receptora de la luz para recibir la luz recogida. La energía solar térmica es adquirida en esta parte 162 receptora de la luz. La energía solar térmica obtenida en la parte 162 receptora de la luz puede ser transferida a una parte apropiada conduciendo opcionalmente un medio calorífico a través de un trayecto 163 de flujo de medio calorífico.

30 El colector de luz de este tipo disfruta de una estructura simple y un coste bajo, y es adecuado para una central grande de varios cientos de Mw generalmente, pero la potencia de recogida de la luz es baja y la fuente de calor obtenida es una fuente de calor de baja temperatura de 400 a 500°C.

35 De este modo, cada colector de luz tiene ventajas y desventajas. Por consiguiente, en el método de almacenamiento de energía, puede usarse cualquiera de estos colectores de luz o una combinación de los mismos. Específicamente, la energía solar térmica para una fuente de calor de alta temperatura puede ser obtenida por un colector de luz que tiene una gran potencia de recogida de luz (por ejemplo un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo de torre) y al mismo tiempo, la otra energía solar térmica, por ejemplo energía solar térmica para una fuente de calor de baja temperatura o generación de potencia motriz y/o energía eléctrica puede ser obtenida por un colector de luz que tiene una pequeña potencia de recogida de luz (por ejemplo un colector parabólico de tipo artesa).

45 Por ejemplo, la energía solar térmica obtenida mediante un colector de luz que tiene una gran potencia de recogida de luz puede ser ajustada para ser un 1/2 o menos, por ejemplo desde 1/3 hasta 1/2, de la energía solar térmica total obtenida por un colector de luz que tiene gran potencia de recogida de luz y un colector de luz que tiene poca potencia de recogida de luz. En vista del coste del equipamiento colector completo, es preferible a veces que la relación de un colector de luz que tiene gran potencia de recogida de luz, generalmente con costes elevados, esté limitada de este modo.

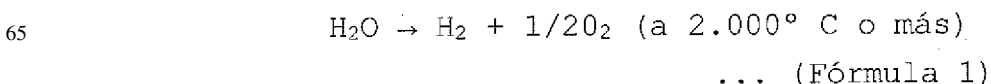
Método de Almacenamiento de Energía Solar Térmica Operación (b) (producción de hidrógeno)

50 En el método de almacenamiento de energía solar térmica, es realizada una reacción para producir hidrógeno a partir de agua en la operación (b) usando una parte de la energía solar térmica adquirida, usando particularmente sólo la energía solar térmica adquirida, como una fuente de energía.

55 En la operación (b), para obtener hidrógeno a partir de agua, puede usarse cualquier método. Específicamente, por ejemplo los siguientes procesos de división de agua (1) a (3) son bien conocidos, junto con electrólisis de agua. Estos procesos se focalizan sobre el descenso de la temperatura de reacción requerida para la reacción de descomposición del agua.

(1) Proceso Directo

60 Este es el proceso más fundamental, y el agua es descompuesta directamente en hidrógeno y oxígeno a una temperatura elevada de acuerdo con la reacción representada por la fórmula 1 siguiente:

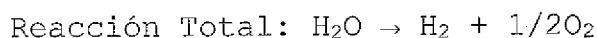
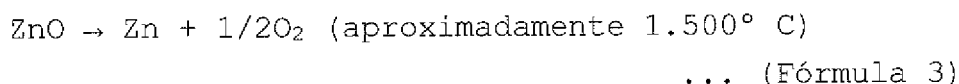
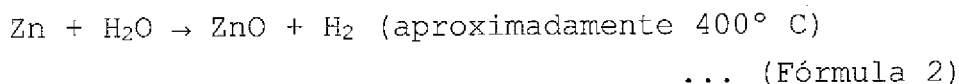


ES 2 363 959 A1

Esta reacción originalmente requiere una temperatura de varios miles de °C, pero puede ser lograda a una temperatura de alrededor de los 2.000°C usando un catalizador.

(2) Proceso de Zn (Zinc)

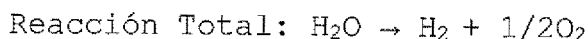
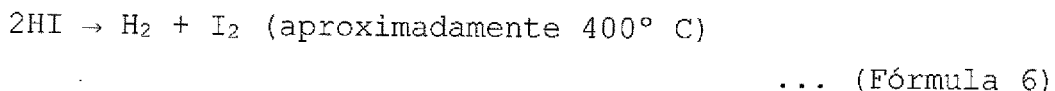
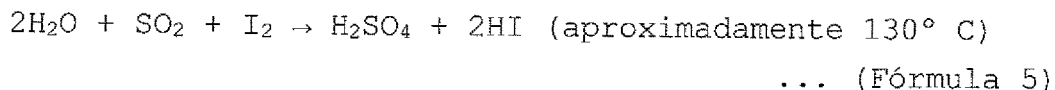
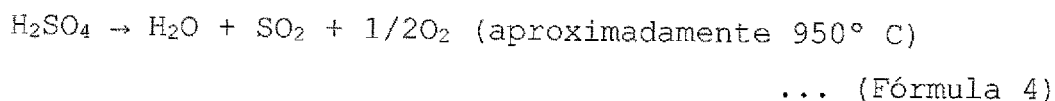
Con el fin de disminuir la temperatura requerida en la reacción mostrada por la fórmula (1) anterior, hay un proceso de descomposición de agua a través de la mediación de una tercera sustancia. Un ejemplo representativo del mismo es un proceso de realizar la descomposición a través de la mediación de zinc. En este caso, las reacciones son las siguientes:



Este proceso requiere dos tipos de fuentes de calor: una fuente de calor de alta temperatura (aproximadamente 1.500°C), y una fuente de calor de baja temperatura (400°C).

(3) Proceso de Ciclo I-S (Yodo - Azufre)

En cuanto al método para disminuir adicionalmente la temperatura de reacción más que en el proceso (2) anterior, se conoce un proceso de ciclo I-S y las reacciones del mismo son las siguientes:



Este proceso requiere dos tipos de fuentes de calor: una fuente de calor de alta temperatura (950°C) y una fuente de calor de baja temperatura (400°C).

Como se ha descrito antes, al menos en una parte de estas reacciones de (1) a (3) para producir hidrógeno a partir de agua usando calor, se requiere una fuente de calor que tiene una temperatura relativamente elevada.

Esta fuente de calor que tiene una temperatura relativamente elevada puede ser proporcionada usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor. En este caso, al menos una parte de la energía solar térmica requerida puede ser obtenida por un colector de luz que tiene una gran potencia de recogida de luz, por ejemplo un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre.

También, con el fin de obtener esta fuente de calor que tiene una temperatura relativamente elevada, puede usarse energía eléctrica, energía eléctrica particularmente obtenida usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a), o energía eléctrica obtenida usando el amoníaco sintetizado como un combustible. Además, en el caso de obtener hidrógeno sin usar una fuente de calor que tiene una temperatura relativamente elevada, es decir en el caso de obtener hidrógeno por la electrólisis de agua, puede usarse energía eléctrica, energía eléctrica obtenida particularmente usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a), o energía eléctrica obtenida usando el amoníaco sintetizado como un combustible.

De este modo, en el caso de proporcionar una fuente de calor que tiene una temperatura relativamente elevada usando energía eléctrica o en el caso de hidrolizar agua usando energía eléctrica, la adquisición de energía solar térmica en la operación (a) puede ser realizada por un colector de luz que tiene poca potencia de recogida de luz, por ejemplo por un colector parabólico de tipo artesano. Esto es preferido con vistas al coste del equipamiento colector completo.

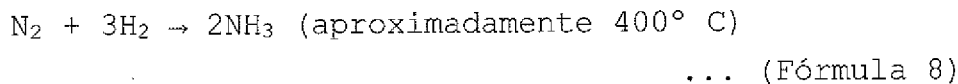
ES 2 363 959 A1

Método de Almacenamiento de la Energía Solar Térmica - Operación (c) (síntesis de amoníaco)

En el método de almacenamiento de la energía solar térmica, una reacción para producir amoníaco a partir de nitrógeno y el hidrógeno obtenido en la operación (b) es realizada en la operación (c) usando una parte de la energía solar térmica adquirida, usando particularmente sólo la energía solar térmica adquirida, como una fuente de energía.

En la operación (c), la síntesis de amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno puede ser lograda por cualquier método.

Aproximadamente hace cien años, Haber y Bosch en Alemania obtuvieron el primer éxito en la producción en serie de amoníaco por síntesis química, y el amoníaco contribuye como un fertilizante de nitrógeno a la producción aumentada de alimentos. El proceso Haber-Bosch es una reacción endotérmica mostrada a continuación, y debido a su simplicidad y eficiencia relativamente elevada, está siendo usado aun en la actualidad fundamentalmente sin ningún cambio, y este proceso puede ser usado también en el método de almacenamiento de energía.



Como se ha mostrado en la fórmula, una fuente de calor que tiene una temperatura relativamente baja (400°C) es usada en esta reacción. Incidentalmente, esta reacción ha sido realizada hasta ahora usando un catalizador de hierro, pero en los últimos años, también se ha usado rutenio con el fin de disminuir adicionalmente la temperatura de reacción. En el caso en el que la temperatura de reacción es baja, el rendimiento de amoníaco resulta elevado como se ha indicado por la teoría del equilibrio y por ello, también se han realizado estudios con el fin de disminuir la temperatura de reacción.

La fuente de calor que tiene una temperatura relativamente baja para esta reacción y/o la potencia motriz para esta reacción puede ser proporcionada usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a). En este caso, la energía solar térmica requerida puede ser obtenida por un colector de luz que tiene poca potencia de recogida de luz, por ejemplo por un colector parabólico de tipo artesano.

Incidentalmente, con el fin de obtener nitrógeno para el método de almacenamiento de la energía solar térmica, son aplicables los métodos siguientes (1) y (2).

(1) Separación Criogénica

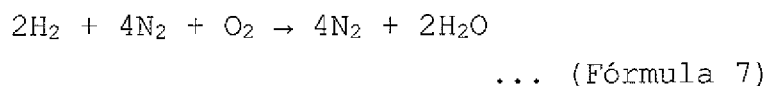
En este método, el aire es comprimido bajo enfriamiento para producir aire líquido, y el nitrógeno es separado del aire líquido usando la diferencia en el punto de ebullición entre oxígeno y nitrógeno. En este método, se ha obtenido nitrógeno de elevada pureza, pero se requieren un equipamiento a gran escala y una cantidad de energía relativamente grande.

Para esta separación criogénica del aire, puede obtenerse la energía eléctrica y/o la potencia motriz usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a), o puede usarse la energía eléctrica y/o la potencia motriz obtenida usando amoníaco sintetizado como un combustible. También en esta operación, la producción de dióxido de carbono debido al uso de combustibles fósiles puede ser reducida o preferiblemente eliminada.

(2) Eliminación de Oxígeno por Combustión

En plantas de amoníaco tradicionales que usan un gas natural, el oxígeno del aire es consumido en la operación de reformado para obtener hidrógeno, y el monóxido de carbono y el dióxido de carbono son eliminados por absorción del gas mezclado restante, por ello se obtiene un gas de nitrógeno. Este método puede ser usado también en el método de almacenamiento de energía, pero en este caso, se requiere a veces, un tratamiento de purificación para reducir las concentraciones de monóxido de carbono y de dióxido de carbono contenidos en el gas nitrógeno a 10 ppm o menos. Si no se realiza este tratamiento, el monóxido de carbono y el dióxido de carbono pueden adsorber al catalizador de síntesis de amoníaco para acelerar el deterioro del catalizador.

(3) Por otro lado, en una realización del método de almacenamiento de energía, un gas de nitrógeno puede también ser producido quemando el hidrógeno producido (H₂) con aire (4N₂+O₂) como se ha mostrado en la fórmula 7 siguiente y consumiendo por ello el oxígeno del aire:



En este caso, como el producto de combustión es sólo agua, y el monóxido de carbono y el dióxido de carbono no son producidos como producto de combustión, el requisito para la eliminación de monóxido de carbono y de

ES 2 363 959 A1

dióxido de carbono es reducido, o dependiendo del caso, es eliminado. Incidentalmente, esta reacción es una reacción exotérmica y, si se desea, la potencia motriz o similar requerida para el método de almacenamiento de energía puede también ser creada usando la energía térmica generada aquí.

5 Un ejemplo del método de almacenamiento de energía solar térmica puede ser realizado usando el equipamiento mostrado en la fig. 7.

10 En el equipamiento mostrado en la fig. 7, la energía solar térmica es adquirida por un colector solar 150 de tipo torre que tiene una potencia de recogida de luz relativamente grande, y la energía solar térmica obtenida aquí es transferida al aparato de reacción 171 por una tubería 178 para que fluya una sal fundida como un medio calorífico. También, la energía solar térmica es adquirida por un colector parabólico de tipo artesa 160 que tiene una potencia de recogida de luz relativamente pequeña, y la energía solar térmica obtenida aquí es transferida al aparato de reacción 171 por una tubería 179 para que fluya vapor como un medio calorífico.

15 En el aparato de reacción 171, es realizada una reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando, como una fuente de calor de alta temperatura, la energía térmica alimentada desde el colector solar de tipo torre 150 que tiene una potencia de recogida de luz relativamente grande, y usando, como una fuente de calor de baja temperatura y/o una fuente de potencia motriz, la energía térmica suministrada desde el colector parabólico de tipo artesa 160 que tiene una potencia de recogida de luz relativamente pequeña, de este modo se obtiene hidrógeno.

20 También, es adquirida la energía solar térmica por un colector parabólico de tipo artesa 160 que tiene una potencia de recogida de luz relativamente pequeña y transferida a un aparato de reacción 173 por una tubería 179 para que fluya el vapor como un medio calorífico. En el aparato de reacción 173, se realiza una reacción para sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica como una fuente de calor y/o una fuente de potencia motriz, por ello es obtenido el amoníaco. El nitrógeno suministrado al aparato de reacción 173 es obtenido separando criogénicamente aire en un aparato de separación criogénica 172, y el hidrógeno suministrado al aparato de reacción 173 es obtenido en el aparato de reacción 171.

30 Es decir, en el método de este ejemplo, sólo la energía de la luz solar 200, el agua (H_2O) y el aire son suministrados al sistema de equipamiento 700 para realizar el método de almacenamiento de energía solar térmica, y es obtenido amoníaco (NH_3) del mismo. Por consiguiente, en este ejemplo, la energía solar térmica es almacenada en forma de energía química de amoníaco, y no está implicada la generación de dióxido de carbono.

35 El amoníaco obtenido en el aparato de reacción 173 es licuado opcionalmente por un aparato de licuado 174 y a continuación almacenado en un depósito de almacenamiento 175 hasta su transporte. La energía solar térmica puede ser usada también como una fuente de potencia motriz para el aparato de licuado.

40 En el ejemplo mostrado en la fig. 7, otro colector de luz que tiene una potencia de recogida de luz relativamente grande, por ejemplo un colector parabólico con forma de plato, puede ser usado en lugar del colector solar de tipo torre 150. También, puede usarse sólo una clase de un colector de luz puede en lugar de usar dos tipos de colectores de luz: colector solar de tipo torre 150 y colector parabólico de tipo artesa 160.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para almacenar energía solar térmica que comprende: (a) adquirir energía solar térmica; (b) realizar una reacción para producir hidrógeno a partir de agua usando una parte de la energía solar térmica adquirida; y (c) realizar una reacción para sintetizar amoníaco a partir del nitrógeno y el hidrógeno obtenido en la operación (b), usando otra parte de la energía solar térmica adquirida.
- 10 2. El método según la reivindicación 1ª, en el que al menos una parte de la energía eléctrica y/o potencia motriz necesaria para realizar el método es obtenida usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a).
3. El método según la reivindicación 1ª o 2ª, en el que al menos una parte de la energía eléctrica, la potencia motriz y/o el calor necesarios para realizar el método es obtenido usando el amoníaco sintetizado como un combustible.
- 15 4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 3ª, en el que sólo la energía solar térmica adquirida en la operación (a) es usada como una fuente de energía.
- 20 5. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el que en la operación (b), la reacción para producir hidrógeno a partir de agua es realizada usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor.
- 25 6. El método según la reivindicación 5ª, en el que al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (b) es obtenida por un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre.
7. El método según la reivindicación 2ª o 3ª, en el que en la operación (b), la reacción para producir hidrógeno a partir de agua es realizada usando la energía eléctrica como una fuente de calor.
- 30 8. El método según la reivindicación 2ª o 3ª, en el que en la operación (b), la reacción para producir hidrógeno a partir de agua es realizada electrolizando agua con el uso de la energía eléctrica.
9. El método según la reivindicación 7ª u 8ª, en el que en la operación (a), la energía solar térmica es adquirida por un colector parabólico de tipo artesa.
- 35 10. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 9ª, en el que en la operación (c), el amoníaco es sintetizado a partir de nitrógeno e hidrógeno usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz.
- 40 11. El método según la reivindicación 10ª, en el que la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (c) es obtenida por un colector parabólico de tipo artesa.
- 45 12. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 4ª, en el que en la operación (b), la reacción para producir hidrógeno a partir de agua es realizada usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor; al menos una parte de la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (b) es obtenida por un colector parabólico con forma de plato y/o un colector solar de tipo torre; en la operación (c), la reacción para sintetizar amoníaco a partir de nitrógeno e hidrógeno es realizada usando la energía solar térmica adquirida en la operación (a) directamente como una fuente de calor y/o como una fuente de potencia motriz; y la energía solar térmica usada como una fuente de calor en la operación (c) es obtenida por un colector parabólico de tipo artesa.
- 50 13. El método según la reivindicación 2ª o 3ª, en el que el nitrógeno es obtenido sometiendo al aire a una separación criogénica usando la energía eléctrica y/o la potencia motriz.
- 55 14. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1ª a 12ª, en el que el nitrógeno es obtenido quemando el hidrógeno obtenido en la operación (b) para consumir el oxígeno del aire.

60

65

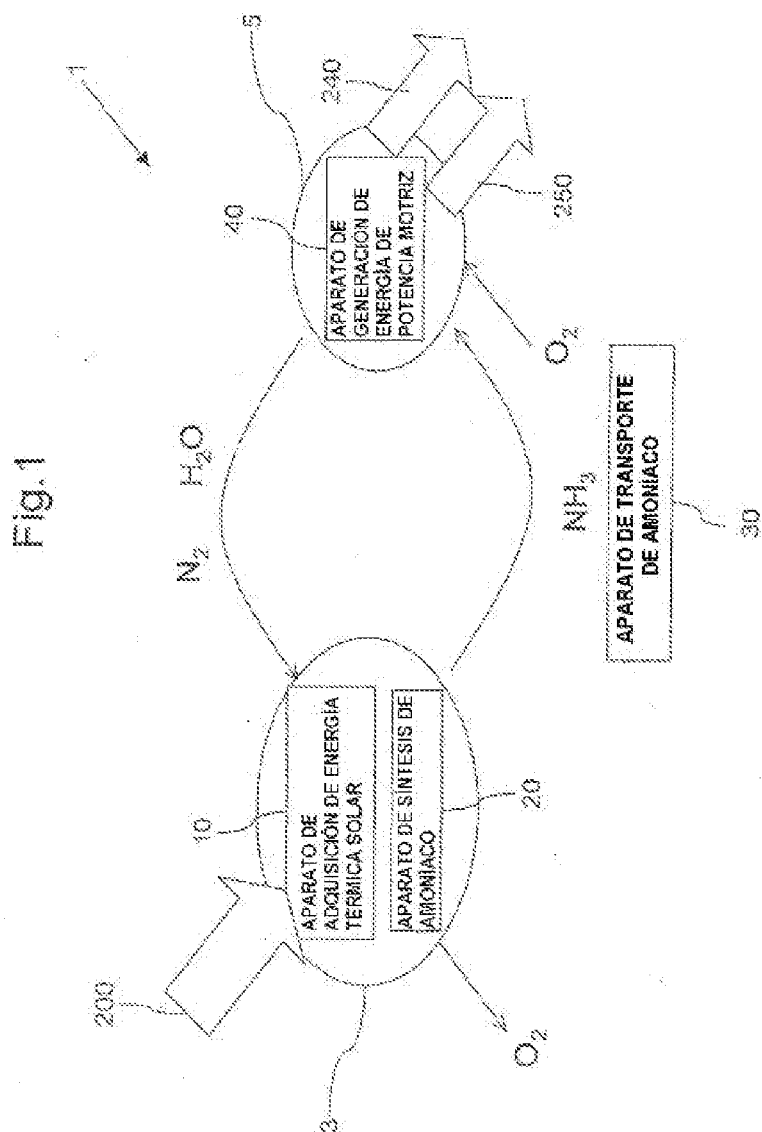


Fig.2

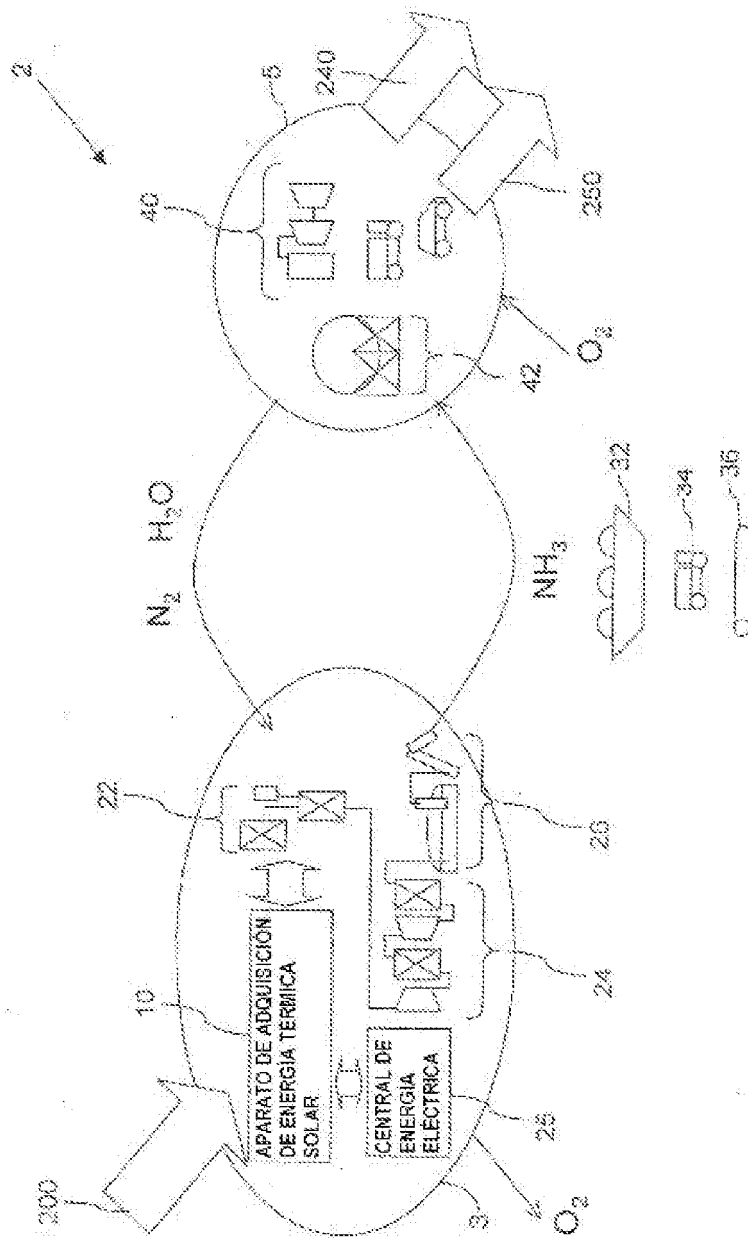


Fig.3

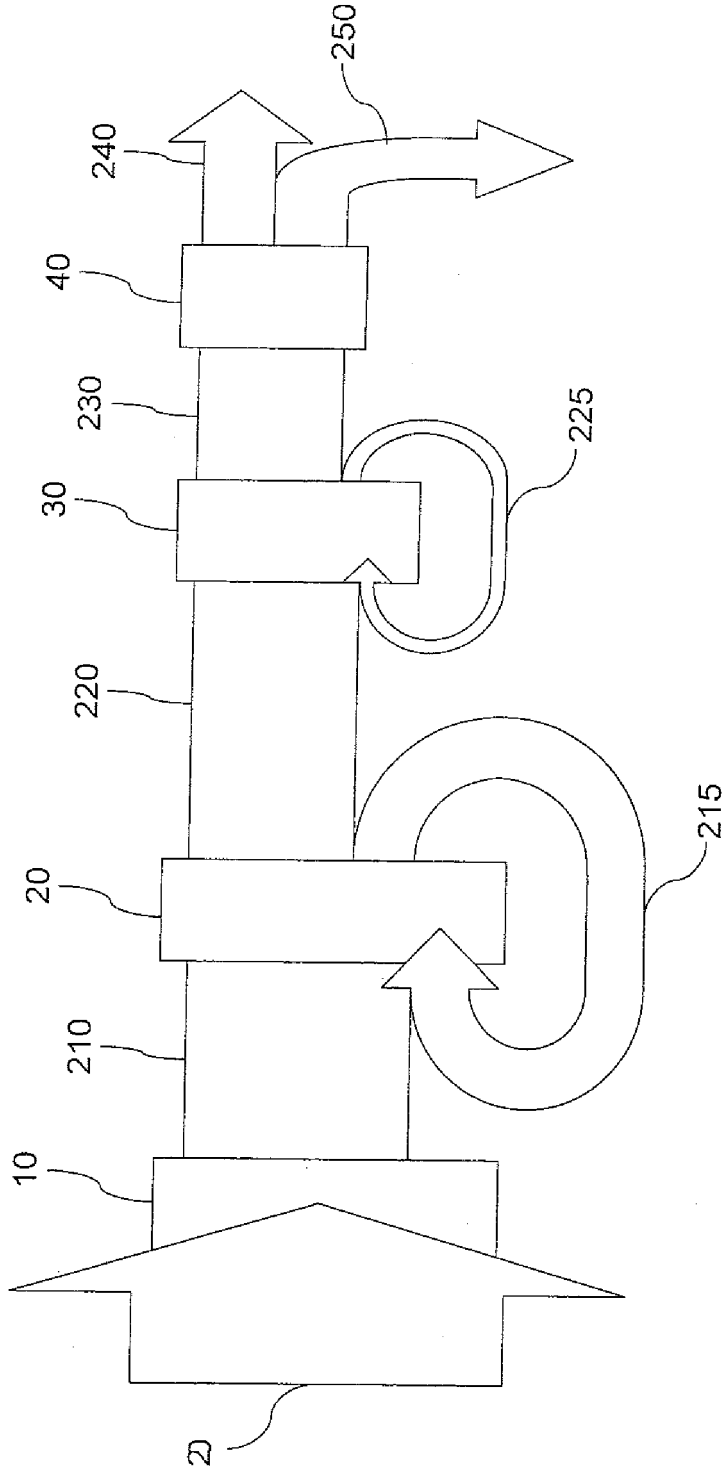


Fig.4

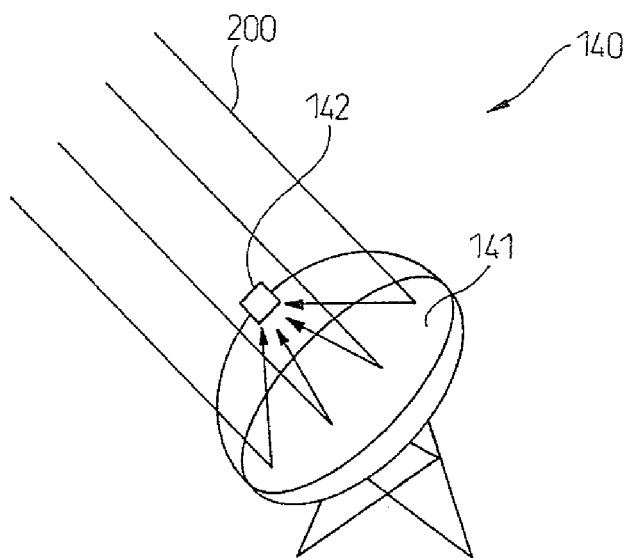


Fig.5

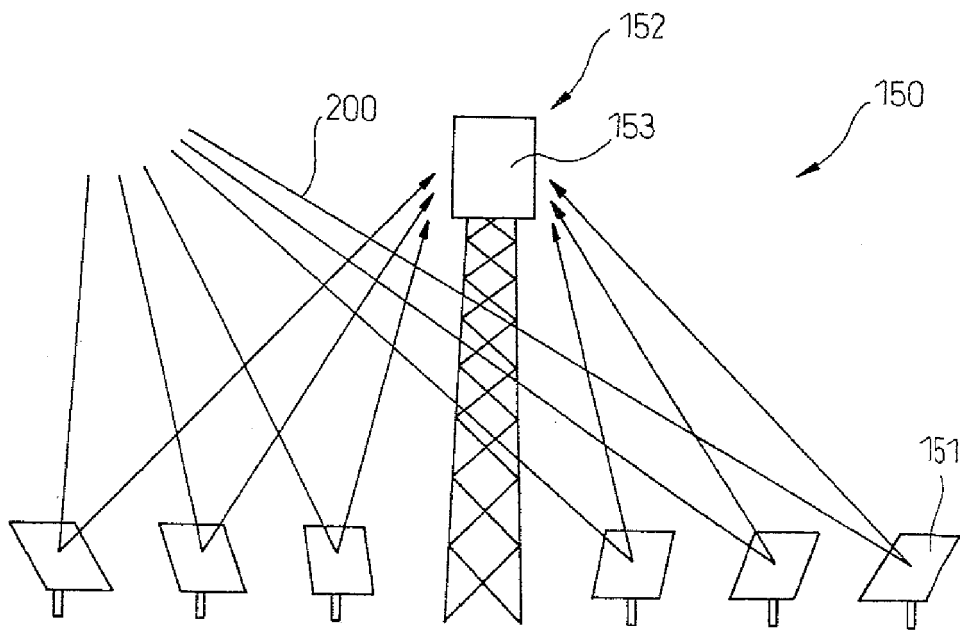
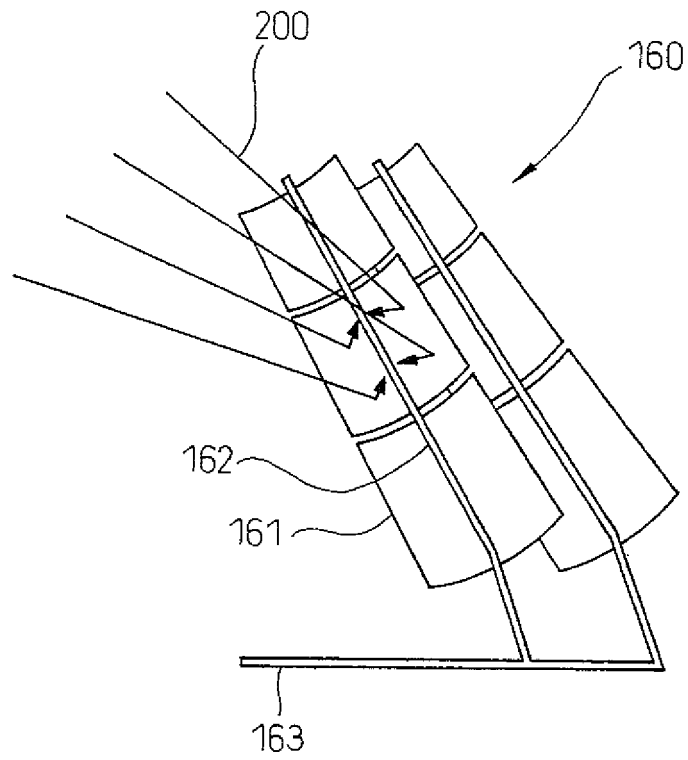
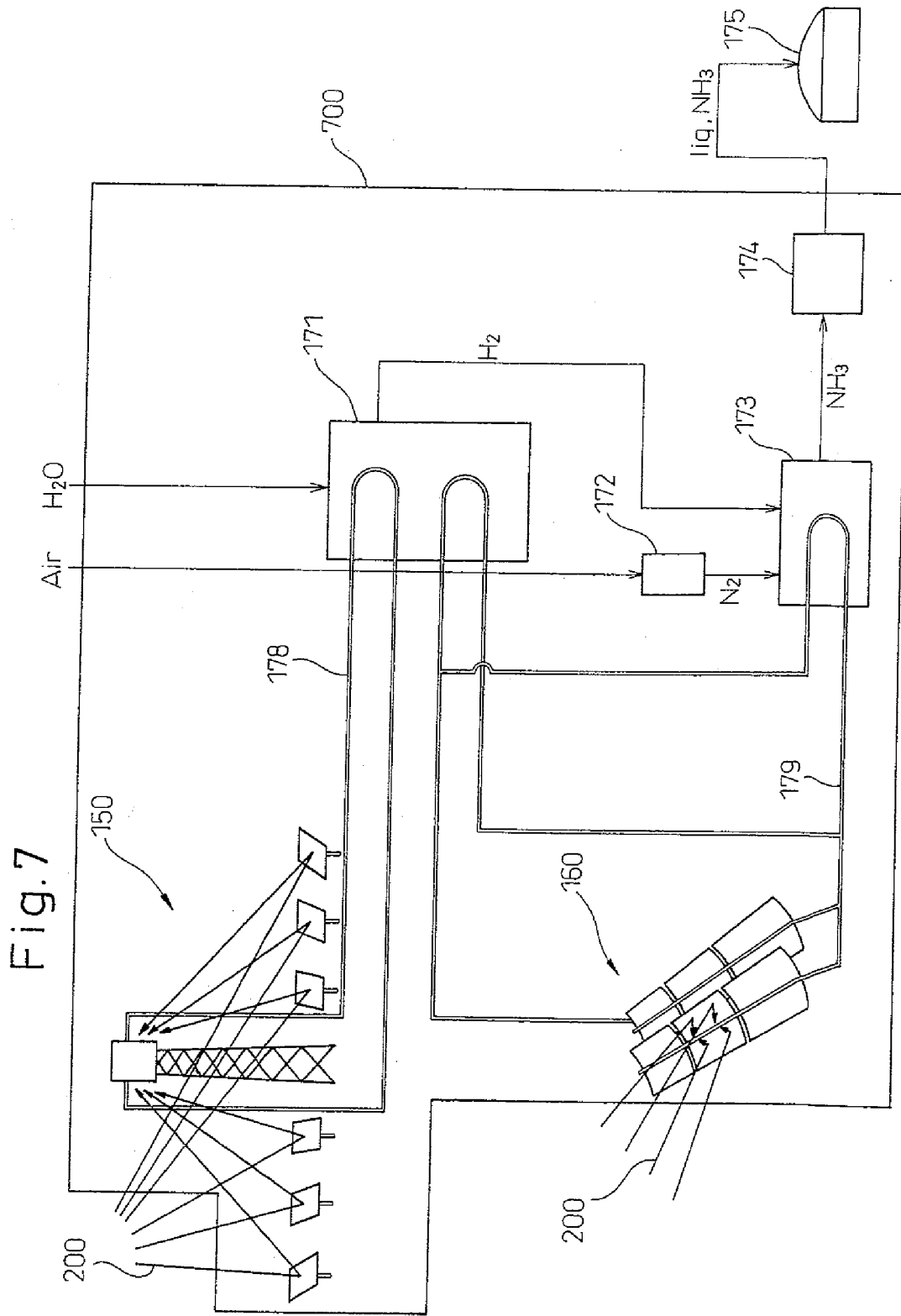


Fig.6







OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201090054

②② Fecha de presentación de la solicitud: 20.02.2009

③② Fecha de prioridad: **22-02-2008**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	US 4668494 A (FOSTER WHEELER ENERGY CORP) 26.05.1987, resumen; columna 2, líneas 1-25,46-69; columna 3, líneas 39-42.	1-14
Y	JP 5009769 A (ARASHI HARUO; MITSUBISHI HEAVY IND LTD) 19.01.1993, resumen [en línea], recuperado de [EPODOC/EPO].	1-14
A	US 2005186130 A1 (SUNSTONE CORP) 25.08.2005, párrafos [0007],[0010].	1-14
A	US 1765781 A (BROWN CO) 24.06.1930, página 1, líneas 1-5.	1-14
A	JP 2005200245 A (HONDA MOTOR CO LTD) 28.07.2005, resumen [en línea], recuperado de [WPI/Thomson].	1-14
A	US 2005019244 A1 (SPIEGELMAN JEFFREY J; ALVAREZ DANIEL) 27.01.2005, párrafos [0011],[0019].	1-14

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
01.08.2011

Examinador
I. González Balseyro

Página
1/4

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

F03G6/02 (2006.01)

F24J2/04 (2006.01)

C01B3/04 (2006.01)

C25B1/04 (2006.01)

C01B21/04 (2006.01)

C01C1/04 (2006.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

F03G, F24J, C01B, C25B, C01C

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, TXT, XPESP

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.08.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-14	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	US 4668494 A (FOSTER WHEELER ENERGY CORP)	26.05.1987
D02	JP 5009769 A (ARASHI HARUO; MITSUBISHI HEAVY IND LTD)	19.01.1993

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El objeto de la invención es un método para almacenar energía solar térmica en forma de componente químico, amoníaco, mediante la obtención de hidrógeno a partir de agua, y haciendo reaccionar dicho hidrógeno con nitrógeno para sintetizar amoníaco. En ambas reacciones se utiliza energía solar térmica como fuente de calor.

El documento D01 divulga el uso de la energía solar térmica en síntesis de compuestos químicos. En particular divulga la obtención de amoníaco donde el hidrógeno necesario es obtenido mediante reformado con vapor de metano. Para llevar a cabo dicha reacción se utiliza energía solar térmica y/o energía de combustión de parte del amoníaco producido. (Ver columna 1, líneas 5-13, 64-68; columna 2, líneas 1-25; columna 3, líneas 39-42).

La diferencia entre el documento D01 y el objeto técnico de la reivindicación 1 de la solicitud radica en la etapa de obtención de hidrógeno.

La producción de hidrógeno a partir de agua se encuentra ya recogida en el documento D02 que divulga un método para la obtención de hidrógeno utilizando energía solar térmica, para ello utiliza un conversor termoeléctrico que transforma parte de la energía solar captada en energía eléctrica la cual se utiliza en una celda electrolítica para la obtención del hidrógeno.

Por lo tanto resulta obvio para un experto en la materia la utilización de las enseñanzas del documento D02 en el proceso divulgado en el documento D01, obteniéndose de esta forma el objeto de la invención.

En consecuencia, la invención tal y como se define en las en las reivindicaciones 1- 5, 7, 8 y 10 de la solicitud, carece de actividad inventiva (art. 8.1 LP).

Las reivindicaciones dependientes 6, 9, 11 y 12 relativas a la utilización de un tipo particular de colector de energía solar y las reivindicaciones 13 y 14, relativas al método de obtención de nitrógeno, no contienen ninguna característica que, en combinación con las características de las reivindicaciones de las que dependen, cumplan la exigencia establecida respecto a actividad inventiva ya que solo reflejan una selección del tipo de colector y del método de obtención de nitrógeno, respectivamente, dentro de los conocidos en el estado de la técnica (ver por ejemplo documento D03, D04 y D05 del IET).

Por lo tanto, tampoco se puede reconocer actividad inventiva al contenido de las reivindicaciones 6, 9, 11-14 (Art 8.1. LP).