

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 228**

21 Número de solicitud: 202490060

51 Int. Cl.:

H01M 10/61 (2014.01)

C25B 1/04 (2011.01)

C25B 15/021 (2011.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

07.03.2023

30 Prioridad:

11.03.2022 CN 202210237567

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.11.2024

71 Solicitantes:

TRINA SOLAR CO., LTD. (100.0%)
No. 2 Trina Road, Trina PV Park, Xinbei District
213031 Changzhou, Jiangsu, CN

72 Inventor/es:

BIAN, Tiezheng;
SHENG, Yun;
GAO, Jifan;
LIU, Meng y
ZHANG, Zhen

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **Sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico y procedimiento de funcionamiento de este**

57 Resumen:

Sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico y procedimiento de funcionamiento de este.

Un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico. Un intercambiador (1) de calor de circulación de líquido alcalino en el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está conectado a una bomba I (4) de calor por medio de una tubería I (10) de intercambio de calor; la bomba I (4) de calor está conectada secuencialmente a través de una tubería a un dispositivo (6) de almacenamiento de calor, una bomba II (5) de calor, un miembro (8) de control y una fuente (9) externa de frío; un intercambiador (2) de calor de separación gas/líquido está conectado al dispositivo (6) de almacenamiento de calor a través de una tubería II (11) de intercambio de calor; un aparato (7) de almacenamiento de energía de batería de iones de litio conectado a través de una tubería III (12) de intercambio de calor está dispuesto en una ramificación de la tubería conectada a la bomba II (5) de calor y al miembro (8) de control, y una célula (3) electrolítica está en conexión de circulación a través de una tubería con el intercambiador (1) de calor de circulación de líquido alcalino.

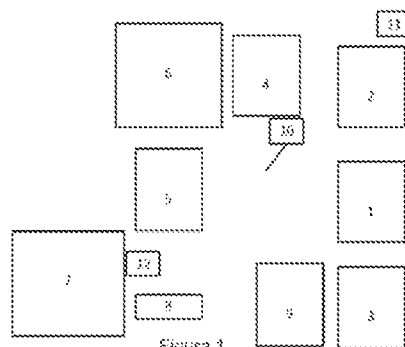


Figura 1

ES 2 988 228 A2

DESCRIPCIÓN

Sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico y procedimiento de funcionamiento de este

5

Campo técnico

La presente solicitud se refiere al campo de las tecnologías de producción de hidrógeno y, en particular, a un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico y a un procedimiento de funcionamiento de este.

10

Antecedentes

Las afirmaciones contenidas en la presente memoria sólo proporcionan información de antecedente relacionada con la presente solicitud y no constituyen necesariamente un ejemplar de la técnica anterior.

15

En el contexto de una situación de protección del medio ambiente y de la energía en constante cambio en el mundo actual, la energía del hidrógeno, como portador de energía limpia por excelencia, tiene grandes expectativas. El hidrógeno es un soporte potencial para promover la transformación ecologista y con bajas emisiones de carbono de la economía mundial y alcanzar el objetivo de “neutralidad de carbono” de China, el cual proporcionará ayuda para la transformación con bajas emisiones de carbono de industrias tales como la electricidad, el transporte, el acero, y la construcción. En la actualidad, las rutas tecnológicas de producción de hidrógeno se dividen principalmente en producción de hidrógeno a partir de materias primas fósiles, producción de hidrógeno a partir de materias primas químicas, producción de hidrógeno a partir de subproductos industriales, y producción de hidrógeno a partir de agua electrolizada, de acuerdo con las fuentes de materias primas. El hidrógeno obtenido mediante electrolisis de agua con electricidad de energías renovables se denomina “hidrógeno verde”, el cual es una fuente limpia y sostenible de hidrógeno y tiene el mayor potencial de reducción de costes. El documento CN213013112U divulga un sistema integral de gestión de calor de un aparato de producción de hidrógeno a gran escala de agua electrolizada alcalina, que incluye un aparato de producción de hidrógeno de agua electrolizada alcalina y un aparato de gestión de calor. El aparato de producción de hidrógeno de agua electrolizada alcalina incluye una célula electrolítica y un separador de gas-líquido. Un extremo de salida de líquido alcalino del separador de gas-líquido está conectado a la célula electrolítica a través de un bucle de

20

25

30

35

circulación de líquido alcalino. El aparato de gestión de calor incluye un intercambiador integral de calor de gestión de calor, un intercambiador de calor de separación de gas/líquido, y un intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino. El intercambiador de calor de separación de gas-líquido está dispuesto entre la célula electrolítica y el separador de gas-líquido. El intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino está dispuesto en el bucle de circulación de líquido alcalino. Las entradas y salidas del medio de intercambio de calor del intercambiador de calor de separación de gas/líquido y del intercambiador integral de calor de gestión de calor están comunicadas para formar un primer bucle de intercambio de calor para enfriar un líquido alcalino en un estado mixto de gas-líquido emitido por la célula electrolítica. Las entradas y salidas del medio de intercambio de calor del intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino y del intercambiador integral de calor de gestión de calor están comunicadas para formar un segundo bucle de intercambio de calor para calentar un líquido alcalino introducido en la célula electrolítica. De acuerdo con la solución, se puede realizar una utilización integral eficaz y una buena adaptabilidad de la energía térmica.

El documento CN109687002A divulga un sistema combinado distribuido de enfriamiento, calefacción y potencia, en el cual un sistema de producción y almacenamiento de hidrógeno electroliza vapor de agua a alta temperatura para producir oxígeno e hidrógeno; un primer sistema de células de combustible utiliza oxígeno, aire, e hidrógeno para generar electricidad y transporta la energía eléctrica generada a una microred; un segundo sistema de células de combustible utiliza hidrógeno o gas natural y aire para generar electricidad, transporta energía eléctrica a la microred, y quema el hidrógeno o el gas natural y el aire restantes para producir gas de combustión; un refrigerador de absorción utiliza el gas de combustión y el vapor de agua a alta temperatura para su registro; un sistema de gestión de agua y calor exporta el calor generado durante el funcionamiento del primer sistema de células de combustible, el sistema de producción y almacenamiento de hidrógeno, y el refrigerador de absorción, y suministra el calor a los usuarios en forma de agua caliente; y un sistema de suministro de energía renovable genera el vapor de agua a alta temperatura. De acuerdo con la presente solicitud, se puede realizar la complementación de energía múltiple, mejorar la eficiencia del suministro de energía y la seguridad de energía, reducir el consumo de combustible fósil, evitar la emisión de grandes cantidades de CO₂, y realizar también el suministro conjunto de calor, electricidad, y capacidad de refrigeración.

El documento CN112944206A divulga un sistema de gestión térmica para una estación de producción de hidrógeno e hidrogenación de agua electrolizada. El sistema incluye la estación de producción de hidrógeno e hidrogenación de agua electrolizada y un dispositivo de gestión

térmica. La estación de producción e hidrogenación de hidrógeno de agua electrolizada incluye un dispositivo de producción de hidrógeno de agua electrolizada, un dispositivo de purificación de gas, un primer compresor, y una primera boquilla de reabastecimiento de hidrógeno. El dispositivo de gestión térmica incluye una bomba de calor, un primer tubo de intercambio de calor, un segundo tubo de intercambio de calor, un intercambiador de calor, una primera bomba de líquido, y una segunda bomba de líquido. El primer tubo de intercambio de calor tiene un extremo conectado a la bomba de calor y el otro extremo conectado al intercambiador de calor. El intercambiador de calor está montado en una tubería de aire y configurado para enfriar la tubería de aire. El segundo tubo de intercambio de calor tiene un extremo conectado a la bomba de calor y el otro extremo conectado al dispositivo de producción de hidrógeno de agua electrolizada y está configurado para absorber calor en un bucle de enfriamiento del dispositivo de producción de hidrógeno de agua electrolizada para evitar una temperatura excesivamente alta del dispositivo de producción de hidrógeno. El sistema puede controlar la temperatura del dispositivo de producción de hidrógeno de agua electrolizada y hacer que la temperatura del hidrógeno cumpla un requisito durante la hidrogenación para evitar daños en la vida útil del dispositivo debidos a un exceso de temperatura de este último y evitar una influencia en la eficacia de llenado debida a una temperatura excesivamente alta del hidrógeno.

Actualmente, en un sistema de almacenamiento de fuente de carga de red, la potencia se proporciona al sistema a través de la generación de nueva energía. Debido a la incertidumbre del suministro de nueva energía, es necesario considerar la influencia de las fluctuaciones de potencia en la eficiencia de la electrolisis durante la producción de hidrógeno mediante una célula electrolítica de agua alcalina.

Sumario

En vista de las deficiencias de la técnica anterior, un objetivo de diversas realizaciones de la presente solicitud es proporcionar un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico y un procedimiento de funcionamiento de este. En la presente solicitud, en el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico diseñado, se utiliza como referencia una temperatura de un dispositivo de almacenamiento de calor, y se conectan un extremo de alta temperatura (un intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino) y un extremo de baja temperatura (un aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio) por medio de una bomba de calor, lo cual mejora la flexibilidad del intercambio de calor, reduce el consumo de energía, mantiene la temperatura del líquido alcalino cuando fluctúa la potencia

del suministro de potencia, y mejora la adaptabilidad de la potencia de una célula electrolítica. Un sistema de electrolisis se utiliza de manera integral para producir calor, lo cual proporciona energía de calor estable para un sistema de almacenamiento de energía a una temperatura ambiente baja, y reduce el riesgo de atenuación acelerada de las baterías de iones de litio a bajas temperaturas. Además, se introduce una fuente externa de frío para evitar que el calor general del sistema sea excesivamente alto a una temperatura ambiente alta, especialmente para garantizar que la temperatura del sistema de almacenamiento de energía no exceda el límite superior de una temperatura de funcionamiento adecuada, realizando una utilización integral eficaz de la energía de calor en su conjunto.

Para lograr el objetivo, la presente solicitud adopta las siguientes soluciones técnicas.

En un primer aspecto, la presente solicitud proporciona un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico, incluyendo el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico un intercambiador de calor del sistema de electrolisis, un dispositivo de almacenamiento de calor, un aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, una célula electrolítica, una bomba de calor, una tubería de intercambio de calor, un miembro de control y una fuente externa de frío, incluyendo el intercambiador de calor del sistema de electrolisis un intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino y un intercambiador de calor de separación de gas/líquido en conexión de circulación a través de una tubería, incluyendo la bomba de calor una bomba I de calor y una bomba II de calor, e incluyendo la tubería de intercambio de calor una tubería I de intercambio de calor, una tubería II de intercambio de calor, y una tubería III de intercambio de calor; y

estando el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino conectado a la bomba I de calor por medio de la tubería I de intercambio de calor, estando la bomba I de calor conectada secuencialmente a través de una tubería al dispositivo de almacenamiento de calor, a la bomba II de calor, al miembro de control y a la fuente externa de frío, estando el intercambiador de calor de separación de gas/líquido conectado al dispositivo de almacenamiento de calor a través de la tubería II de intercambio de calor, estando el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio conectado a través de la tubería III de intercambio de calor dispuesto en una ramificación de la tubería conectada a la bomba II de calor y al miembro de control, y estando la célula electrolítica en conexión de circulación a través de una tubería con el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino.

En la presente solicitud, en el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico diseñado, se utiliza como referencia una temperatura del dispositivo de almacenamiento de calor, y se conectan un extremo de alta temperatura (el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino) y un extremo de baja temperatura (el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio) por medio de la bomba de calor, lo cual mejora la flexibilidad de intercambio de calor, reduce el consumo de energía, mantiene una temperatura del líquido alcalino cuando fluctúa la potencia del suministro de potencia, y mejora la adaptabilidad de potencia de la célula electrolítica. Un sistema de electrolisis se utiliza de manera integral para producir calor, lo cual proporciona energía de calor estable para un sistema de almacenamiento de energía a una temperatura ambiente baja, y reduce el riesgo de atenuación acelerada de las baterías de iones de litio a bajas temperaturas. Además, la fuente externa de frío se introduce para evitar que el calor general del sistema sea excesivamente alto a una temperatura ambiente alta, especialmente para garantizar que la temperatura del sistema de almacenamiento de energía no exceda el límite superior de una temperatura de funcionamiento adecuada, realizando una utilización integral eficaz de la energía de calor en su conjunto.

Como solución técnica preferente de la presente solicitud, el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico incluye además un aparato de generación de potencia fotovoltaica, estando el aparato de generación de potencia fotovoltaica conectado al intercambiador de calor del sistema de electrolisis.

Cabe señalar que el aparato de generación de potencia fotovoltaica en la presente solicitud proporciona la potencia principal para todo el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico. Cuando el aparato de generación de potencia fotovoltaica satisface la potencia nominal de electrolisis, el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está en un estado estable, y el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino almacena el exceso de calor en el dispositivo de almacenamiento de calor y está configurado para mantener el sistema de almacenamiento de energía a la temperatura de funcionamiento adecuada. Cuando la potencia del aparato de generación de potencia fotovoltaica es superior a la potencia nominal de la electrolisis, se carga el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, y cuando la potencia de esta es superior a un determinado umbral, se aumenta la potencia de la célula electrolítica. A través de la fuente externa de frío y la bomba II de calor, se reduce la temperatura del dispositivo de almacenamiento de calor, controlando así que la temperatura de líquido alcalino circulante no exceda un valor límite. Cuando la potencia del aparato de generación de potencia fotovoltaica es inferior a la potencia

nominal de la electrolisis, se descarga el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, y cuando la potencia de esta es inferior a un determinado umbral, se reduce la potencia de la célula electrolítica. El líquido alcalino circulante se calienta a través del dispositivo de almacenamiento de calor y la bomba I de calor, evitando una temperatura excesivamente baja del líquido alcalino.

Como solución técnica preferente de la presente solicitud, una temperatura de intercambio de calor de la tubería I de intercambio de calor es mayor que una temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor y una temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor.

Como solución técnica preferente de la presente solicitud, la temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor es mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor.

En la presente solicitud, está particularmente limitado que la temperatura de intercambio de la tubería I de intercambio de calor sea mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor y la temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor y la temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor sea mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor, ya que bajo este gradiente de temperatura, se garantiza un efecto de enfriamiento del dispositivo de almacenamiento de calor sobre la célula electrolítica y el líquido alcalino circulante, y se garantiza que la temperatura de un sistema de almacenamiento de energía electroquímica no exceda el valor límite. Cuando la temperatura de la tubería de intercambio de calor en el sistema no satisface la condición, puede provocar la sobrecarga de un sistema de bomba de calor y, en casos graves, puede provocar la reducción forzada de potencia de la célula electrolítica o la desconexión forzada del almacenamiento de energía electroquímica, lo cual afecta al funcionamiento normal del sistema, ya que un cambio en el gradiente de temperatura de la tubería de intercambio de calor puede dificultar el efecto de enfriamiento del líquido alcalino circulante o provocar un calentamiento inadecuado del sistema de almacenamiento de energía electroquímica.

Como solución técnica preferente de la presente solicitud, el dispositivo de almacenamiento de calor es un dispositivo adiabático de almacenamiento de calor.

Como solución técnica preferente de la presente solicitud, el miembro de control es una válvula eléctrica, y el miembro de control está configurado para controlar el ENCENDIDO y APAGADO de la fuente externa de frío.

- 5 Como solución técnica preferente de la presente solicitud, el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está acoplado a un sistema de gestión de energía de almacenamiento de fuente de carga de red.

- 10 En un segundo aspecto, la presente solicitud proporciona un procedimiento de funcionamiento para el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico descrito en el primer aspecto. El procedimiento de funcionamiento incluye:

- 15 calentar la célula electrolítica, un producto que entra en el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino y en el intercambiador de calor de separación de gas/líquido, respectivamente, para el intercambio preliminar de calor, y encender o apagar la fuente externa de frío controlando las temperaturas proporcionadas por la bomba I de calor y la bomba II de calor para la tubería de intercambio de calor, ajustando así un modo de funcionamiento del sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico.

- 20 Como solución técnica preferente de la presente solicitud, después de calentar la célula electrolítica, cuando la potencia de la célula electrolítica es superior a la potencia nominal, se enciende la fuente externa de frío para enfriar el dispositivo de almacenamiento de calor; y cuando la potencia de la célula electrolítica es superior a la potencia nominal, se apaga la fuente externa de frío, y se suministra calor al dispositivo de almacenamiento de calor por
25 medio de la bomba de calor.

- 30 Como solución técnica preferente de la presente solicitud, el dispositivo de almacenamiento de calor está a una temperatura de 45 °C a 55 °C, la cual puede ser, por ejemplo, 45 °C, 46 °C, 47 °C, 48 °C, 49 °C, 50 °C, 51 °C, 52 °C, 53 °C, 54 °C, o 55 °C, pero no se limita a los valores indicados. También se aplican otros valores no limitados en el intervalo de valores.

Preferentemente, el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino está a una temperatura de 75 °C a 85 °C, la cual puede ser, por ejemplo, 75 °C, 76 °C, 77 °C, 78 °C, 79 °C, 80 °C, 81 °C, 82 °C, 83 °C, 84 °C, u 85 °C, pero no se limita a los valores indicados. También se aplican otros valores no limitados en el intervalo de valores.

Preferentemente, el intercambiador de calor de separación de gas/líquido está a una temperatura de 55 °C a 65 °C, la cual puede ser, por ejemplo, 55 °C, 56 °C, 57 °C, 58 °C, 59 °C, 60 °C, 61 °C, 62 °C, 63 °C, 64 °C, o 65 °C, pero no se limita a los valores indicados. También se aplican otros valores no limitados en el intervalo de valores.

5

Preferentemente, la célula electrolítica está a una temperatura de 85 °C a 95 °C, la cual puede ser, por ejemplo, 85 °C, 86 °C, 87 °C, 88 °C, 89 °C, 90 °C, 91 °C, 92 °C, 93 °C, 94 °C, o 95 °C, pero no se limita a los valores indicados. También se aplican otros valores no limitados en el intervalo de valores.

10

Preferentemente, la fuente externa de frío está a una temperatura de 15 °C a 25 °C, la cual puede ser, por ejemplo, 15 °C, 16 °C, 17 °C, 18 °C, 19 °C, 20 °C, 21 °C, 22 °C, 23 °C, 24 °C, o 25 °C, pero no se limita a los valores indicados. También se aplican otros valores no limitados en el intervalo de valores.

15

En la presente solicitud, está particularmente limitado que la fuente externa de frío esté a una temperatura de 15 °C a 25 °C, ya que este intervalo de temperatura es ligeramente inferior a la temperatura de funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía de batería de iones de litio. Cuando la temperatura de la fuente externa de frío excede un valor límite de 25 °C, puede debilitarse el efecto de enfriamiento de una batería de iones de litio, lo que provoca una atenuación acelerada de la batería de iones de litio y afecta la vida útil del sistema. Cuando la temperatura de la fuente externa de frío es inferior a un valor límite de 15 °C, se produce una ralentización de la circulación de enfriamiento de la batería de iones de litio, lo que provoca un aumento de la inconsistencia de la batería y conduce a una atenuación acelerada de la vida útil del sistema.

20

25

En comparación con la técnica anterior, la presente solicitud tiene los siguientes efectos beneficiosos.

30

En la presente solicitud, en el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico diseñado, la temperatura del dispositivo de almacenamiento de calor se utiliza como referencia, y un extremo de alta temperatura (el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino) y un extremo de baja temperatura (el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio) se conectan por medio de la bomba de calor, lo cual mejora la flexibilidad de intercambio de calor, reduce el consumo de energía, mantiene una temperatura del líquido alcalino cuando fluctúa la potencia del suministro de potencia, y mejora la

35

adaptabilidad de la potencia de la célula electrolítica. Un sistema de electrolisis se utiliza de manera integral para producir calor, lo cual proporciona energía de calor estable para un sistema de almacenamiento de energía a una temperatura ambiente baja, y reduce el riesgo de atenuación acelerada de las baterías de iones de litio a bajas temperaturas. Además, la fuente externa de frío se introduce para evitar que el calor general del sistema sea excesivamente alto a una temperatura ambiente alta, especialmente para garantizar que la temperatura del sistema de almacenamiento de energía no exceda el límite superior de una temperatura de funcionamiento adecuada, realizando una utilización integral eficaz de la energía de calor en su conjunto.

Los detalles de una o más realizaciones de la presente solicitud se exponen en los siguientes dibujos y descripciones adjuntos. Otras características, objetivos, y ventajas de la presente solicitud resultan evidentes con referencia a la memoria descriptiva, los dibujos adjuntos, y las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de una estructura general de un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con una realización específica de la presente solicitud.

1: intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino; 2: intercambiador de calor de separación de gas/líquido; 3: célula electrolítica; 4: bomba I de calor; 5: bomba II de calor; 6: dispositivo de almacenamiento de calor; 7: aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio; 8: miembro de control; 9: fuente externa de frío; 10: tubería I de intercambio de calor; 11: tubería II de intercambio de calor; 12: tubería III de intercambio de calor.

Descripción detallada

Se debe entender que en la descripción de la presente solicitud, las relaciones de orientación o posición indicadas por los términos “central”, “longitudinal”, “transversal”, “superior”, “inferior”, “adelante”, “atrás”, “izquierda”, “derecha”, “vertical”, “horizontal”, “parte superior”, “parte inferior”, “interior”, “exterior”, y similares son en base a las relaciones de orientación o

posición que se muestran en los dibujos adjuntos y pretenden facilitar la descripción de la presente solicitud y simplificar la descripción únicamente, en lugar de indicar o implicar que el aparato o elemento al que se hace referencia debe tener una orientación particular o ser construido y operado en una orientación particular, y por lo tanto no deben interpretarse como una limitación de la presente solicitud. Además, los términos “primero” y “segundo” se utilizan únicamente con fines descriptivos, por lo cual no puede interpretarse que indiquen o impliquen una importancia relativa, o que especifiquen implícitamente el número de las características técnicas indicadas. Por lo tanto, las características definidas con “primero” y “segundo” pueden incluir de manera explícita o implícitamente una o más características. En la descripción de la presente solicitud, “una pluralidad de” significa dos o más, a menos que se indique lo contrario.

Cabe señalar que, en la descripción de la presente solicitud, a menos que se especifique y defina explícitamente lo contrario, los términos “disponer”, “conectar”, y “unir” deben entenderse en un sentido amplio, el cual puede ser, por ejemplo, una conexión fija, una conexión desmontable, o una conexión integral; una conexión mecánica o una conexión eléctrica; o una conexión directa, una conexión indirecta a través de un medio intermedio, o una conexión interna entre dos elementos. Los expertos en la técnica pueden entender los significados específicos de estos términos en la presente solicitud de acuerdo con situaciones específicas.

Los expertos en la técnica deben entender que la presente solicitud incluye inevitablemente tuberías necesarias, válvulas convencionales, y dispositivos de bombeo generales para realizar un procedimiento completo, pero el contenido anterior no pertenece a la invención principal de la presente solicitud. Los expertos en la técnica pueden añadir disposiciones en base al flujo del procedimiento y en la selección de estructura del dispositivo, las cuales no son especialmente necesarias ni están específicamente limitadas en la presente solicitud.

Las soluciones técnicas de la presente solicitud se describen con más detalle más adelante haciendo referencia a los dibujos adjuntos y a las realizaciones específicas.

En una implementación específica, la presente solicitud proporciona un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico. Como se muestra en la Figura 1, el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico incluye un intercambiador de calor del sistema de electrolisis, un dispositivo 6 de almacenamiento de calor, un aparato 7 de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, una célula 3 electrolítica, una bomba

de calor, una tubería de intercambio de calor, un miembro 8 de control y una fuente 9 externa de frío. El intercambiador de calor del sistema de electrolisis incluye un intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino y un intercambiador 2 de calor de separación de gas/líquido en conexión de circulación a través de una tubería. La bomba de calor incluye una bomba I 4 de calor y una bomba II 5 de calor. La tubería de intercambio de calor incluye una tubería I 10 de intercambio de calor, una tubería II 11 de intercambio de calor, y una tubería III 12 de intercambio de calor. El intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino está conectado a la bomba I 4 de calor por medio de la tubería I 10 de intercambio de calor. La bomba I 4 de calor está conectada secuencialmente a través de una tubería al dispositivo 6 de almacenamiento de calor, la bomba II 5 de calor, el miembro 8 de control y la fuente 9 externa de frío. El intercambiador 2 de calor de separación de gas/líquido está conectado al dispositivo 6 de almacenamiento de calor a través de la tubería II 11 de intercambio de calor. El aparato 7 de almacenamiento de energía de batería de iones de litio conectado a través de la tubería III 12 de intercambio de calor está dispuesto en una ramificación de la tubería conectada a la bomba II 5 de calor y al miembro 8 de control. La célula 3 electrolítica está en conexión de circulación a través de una tubería con el intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino.

En la presente solicitud, en el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico diseñado, la temperatura del dispositivo 6 de almacenamiento de calor se utiliza como referencia, y un extremo de alta temperatura (el intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino) y un extremo de baja temperatura (el aparato 7 de almacenamiento de energía de batería de iones de litio) se conectan por medio de la bomba de calor, lo cual mejora la flexibilidad del intercambio de calor, reduce el consumo de energía, mantiene una temperatura del líquido alcalino cuando fluctúa la potencia del suministro de potencia, y mejora la adaptabilidad de potencia de la célula 3 electrolítica. Un sistema de electrolisis se utiliza de manera integral para producir calor, lo cual proporciona energía de calor estable para un sistema de almacenamiento de energía a una temperatura ambiente baja, y reduce el riesgo de atenuación acelerada de las baterías de iones de litio a bajas temperaturas. Además, la fuente 9 externa de frío se introduce para evitar un calor general excesivamente alto del sistema a una temperatura ambiente alta, especialmente para garantizar que la temperatura del sistema de almacenamiento de energía no excede un límite superior de una temperatura de funcionamiento adecuada, realizando una utilización integral eficaz de la energía de calor en su conjunto.

El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico incluye además un aparato de generación de potencia fotovoltaica. El aparato de generación de potencia fotovoltaica está conectado al intercambiador de calor del sistema de electrolisis. El aparato de generación de potencia fotovoltaica de la presente solicitud proporciona la potencia principal para el sistema general de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico. Cuando el aparato de generación de potencia fotovoltaica satisface la potencia nominal de electrolisis, el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está en un estado estable, y el intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino almacena el exceso de calor en el dispositivo 6 de almacenamiento de calor y está configurado para mantener el sistema de almacenamiento de energía a la temperatura de funcionamiento adecuada. Cuando la potencia del aparato de generación de potencia fotovoltaica es superior a la potencia nominal de la electrolisis, se carga el aparato 7 de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, y cuando su potencia es superior a un determinado umbral, se aumenta la potencia de la célula 3 electrolítica. A través de la fuente 9 externa de frío y la bomba II 5 de calor, se reduce la temperatura del dispositivo 6 de almacenamiento de calor, controlando así que la temperatura del líquido alcalino circulante no exceda un valor límite. Cuando la potencia del aparato de generación de potencia fotovoltaica es inferior a la potencia nominal de electrolisis, se descarga el aparato 7 de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, y cuando la potencia de esta es inferior a un determinado umbral, se reduce la potencia de la célula 3 electrolítica. El líquido alcalino circulante se calienta a través del dispositivo 6 de almacenamiento de calor y la bomba I 4 de calor, evitando una temperatura excesivamente baja del líquido alcalino.

Una temperatura de intercambio de calor de la tubería I 10 de intercambio de calor es mayor que una temperatura de intercambio de calor de la tubería II 11 de intercambio de calor y una temperatura de intercambio de calor de la tubería III 12 de intercambio de calor. Además, la temperatura de intercambio de calor de la tubería II 11 de intercambio de calor es mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería III 12 de intercambio de calor. En la presente solicitud, está particularmente limitado que la temperatura de intercambio de la tubería I 10 de intercambio de calor sea mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería II 11 de intercambio de calor y la temperatura de intercambio de calor de la tubería III 12 de intercambio de calor y la temperatura de intercambio de calor de la tubería II 11 de intercambio de calor sea mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería III 12 de intercambio de calor, ya que bajo este gradiente de temperatura, se garantiza un efecto de enfriamiento del dispositivo de almacenamiento de calor sobre la célula electrolítica y el líquido alcalino circulante, y se garantiza que la temperatura de un sistema de almacenamiento de

energía electroquímica no exceda el valor límite. Cuando la temperatura de la tubería de intercambio de calor en el sistema no satisface la condición, puede provocar la sobrecarga de un sistema de bomba de calor y, en casos graves, puede provocar la reducción forzada de potencia de la célula electrolítica o la desconexión forzada del almacenamiento de energía electroquímica, lo cual afecta al funcionamiento normal del sistema, ya que un cambio en el gradiente de temperatura de la tubería de intercambio de calor puede dificultar el efecto de enfriamiento del líquido alcalino circulante o provocar un calentamiento inadecuado del sistema de almacenamiento de energía electroquímica.

El dispositivo 6 de almacenamiento de calor es un dispositivo adiabático de almacenamiento de calor. El miembro 8 de control es una válvula eléctrica, y el miembro 8 de control está configurado para controlar el ENCENDIDO y APAGADO de la fuente 9 externa de frío. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está acoplado a un sistema de gestión de energía de almacenamiento de fuente de carga de red.

En otra implementación específica, la presente solicitud proporciona un procedimiento de funcionamiento para un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico. El procedimiento de funcionamiento incluye:

calentar la célula 3 electrolítica, un producto que entra en el intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino y en el intercambiador 2 de calor de separación de gas/líquido, respectivamente, para el intercambio preliminar de calor, y encender o apagar la fuente 9 externa de frío mediante el control de las temperaturas proporcionadas por la bomba I 4 de calor y la bomba II 5 de calor para la tubería de intercambio de calor, ajustando así un modo de funcionamiento del sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico.

Después de calentada la célula 3 electrolítica, cuando la potencia de la célula 3 electrolítica es superior a la potencia nominal, se enciende la fuente 9 externa de frío para enfriar el dispositivo 6 de almacenamiento de calor. Cuando la potencia de la célula 3 electrolítica es superior a la potencia nominal, la fuente 9 externa de frío se apaga, y se suministra calor al dispositivo 6 de almacenamiento de calor por medio de la bomba de calor.

El dispositivo 6 de almacenamiento de calor está a una temperatura de 45 °C a 55 °C, el intercambiador 1 de calor de circulación de líquido alcalino está a una temperatura de 75 °C a 85 °C, el intercambiador 2 de calor de separación de gas/líquido está a una temperatura de 55 °C a 65 °C, la célula 3 electrolítica está a una temperatura de 85 °C a 95 °C, y la fuente 9 externa de frío está a una temperatura de 15 °C a 25 °C. En la presente solicitud, está particularmente

limitado que la fuente 9 externa de frío esté a una temperatura de 15 °C a 25 °C, ya que este intervalo de temperatura es ligeramente inferior a la temperatura de funcionamiento del sistema de almacenamiento de energía de la batería de iones de litio. Cuando la temperatura de la fuente 9 externa de frío excede un valor límite de 25 °C, puede debilitarse el efecto de enfriamiento de una batería de iones de litio, lo que provoca una atenuación acelerada de la batería de iones de litio y afecta a la vida útil del sistema. Cuando la temperatura de la fuente 9 externa de frío es inferior a un valor límite de 15 °C, se produce una ralentización de la circulación de enfriamiento de la batería de iones de litio, provocando así un aumento de la inconsistencia de la batería y conduciendo a una atenuación acelerada de la vida útil del sistema.

El solicitante declara que las anteriores son sólo realizaciones específicas de la presente solicitud, pero que el ámbito de protección de la presente solicitud no está limitado a las mismas. Los expertos en la técnica deben entender que cualquier cambio o sustitución que puedan considerar fácilmente los expertos en la técnica dentro del ámbito técnico divulgado en la presente solicitud entra dentro del ámbito de protección y divulgación de la presente solicitud.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico, comprendiendo el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico un intercambiador de calor del sistema de electrolisis, un dispositivo de almacenamiento de calor, un aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio, una célula electrolítica, una bomba de calor, una tubería de intercambio de calor, un miembro de control y una fuente externa de frío, comprendiendo el intercambiador de calor del sistema de electrolisis un intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino y un intercambiador de calor de separación de gas/líquido en conexión de circulación a través de una tubería, comprendiendo la bomba de calor una bomba I de calor y una bomba II de calor, y comprendiendo la tubería de intercambio de calor una tubería I de intercambio de calor, una tubería II de intercambio de calor, y una tubería III de intercambio de calor; y
- 15 estando el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino conectado a la bomba I de calor por medio de la tubería I de intercambio de calor, estando la bomba I de calor conectada secuencialmente a través de una tubería al dispositivo de almacenamiento de calor, a la bomba II de calor, al miembro de control y a la fuente externa de frío, estando el intercambiador de calor de separación de gas/líquido conectado al dispositivo de almacenamiento de calor a través de la tubería II de intercambio de calor, estando el aparato de almacenamiento de energía de batería de iones de litio conectado a través de la tubería III de intercambio de calor dispuesto en una ramificación de la tubería conectada a la bomba II de calor y al miembro de control, y estando la célula electrolítica en conexión de circulación a través de una tubería con el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino.
- 25 2. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico comprende además un aparato fotovoltaico de generación de potencia, estando el aparato fotovoltaico de generación de potencia conectado al intercambiador de calor del sistema de electrolisis.
- 30 3. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 2, en el que una temperatura de intercambio de calor de la tubería I de intercambio de calor es mayor que una temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor y a una temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor.

4. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la temperatura de intercambio de calor de la tubería II de intercambio de calor es mayor que la temperatura de intercambio de calor de la tubería III de intercambio de calor.

5. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el dispositivo de almacenamiento de calor es un dispositivo adiabático de almacenamiento de calor.

6. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el miembro de control es una válvula eléctrica, y el miembro de control está configurado para controlar el ENCENDIDO y APAGADO de la fuente externa de frío.

7. El sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico está acoplado a un sistema de gestión de energía de almacenamiento de fuente de carga de red.

8. Un procedimiento de funcionamiento para el sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el procedimiento de funcionamiento:

calentar la célula electrolítica, un producto que entra en el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino y en el intercambiador de calor de separación de gas/líquido, respectivamente, para el intercambio preliminar de calor, y encender o apagar la fuente externa de frío controlando las temperaturas proporcionadas por la bomba I de calor y la bomba II de calor para la tubería de intercambio de calor, ajustando así un modo de funcionamiento del sistema de producción de hidrógeno de almacenamiento óptico.

9. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que después de calentar la célula electrolítica, cuando la potencia de la célula electrolítica es superior a la potencia nominal, la fuente externa de frío se enciende para enfriar el dispositivo de almacenamiento de calor.

10. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que después de calentar la célula electrolítica, cuando la potencia de la célula electrolítica es inferior a la potencia nominal, se apaga la fuente externa de frío y se suministra calor al dispositivo de almacenamiento de calor por medio de la bomba de calor.

5

11. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la fuente externa de frío está a una temperatura de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 25 °C.

10 12. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el intercambiador de calor de circulación de líquido alcalino está a una temperatura de aproximadamente 75 °C a aproximadamente 85 °C.

15 13. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el intercambiador de calor de separación de gas/líquido está a una temperatura de aproximadamente 55 °C a aproximadamente 65 °C.

20 14. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el dispositivo de almacenamiento de calor está a una temperatura de aproximadamente 45 °C a aproximadamente 55 °C.

15. El procedimiento de funcionamiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la célula electrolítica está a una temperatura de aproximadamente 85 °C a aproximadamente 95 °C.

