

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 989 403**

51 Int. Cl.:

C22B 3/44 (2006.01)
C22B 7/00 (2006.01)
C22B 11/00 (2006.01)
C22B 11/02 (2006.01)
C22B 11/06 (2006.01)
H01M 8/008 (2006.01)
H01M 4/92 (2006.01)
H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2021** **PCT/CN2021/091559**
 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2022** **WO22001351**
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2021** **E 21834298 (8)**
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2024** **EP 4164010**

54 Título: **Método para recuperar platino de una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía**

30 Prioridad:

03.07.2020 CN 202010637420

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.11.2024

73 Titular/es:

GUANGDONG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%)
No. 6 Zhixin Avenue, Leping Town, Sanshui District
Foshan, Guangdong 528137, CN;
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%) y
HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD. (33.3%)

72 Inventor/es:

YU, HAIJUN;
PENG, TING;
XIE, YINGHAO y
ZHANG, XUEMEI

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 989 403 T3

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

DESCRIPCIÓN

Método para recuperar platino de una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía

Campo técnico

5 La presente invención se refiere al campo del reciclaje de pilas de combustible de hidrógeno y, más particularmente, a un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía.

Antecedentes

Una pila de combustible no tiene contaminación al medio ambiente. En la pila de combustible se emplea la reacción electroquímica en lugar de la combustión (gasolina y diésel) o el almacenamiento de energía (batería de almacenamiento) que es la solución de energía de reserva tradicional más típica que liberará contaminantes tales como CO_x, NO_x, SO_x gaseosos y polvo durante la combustión. Como se ha mencionado anteriormente, la pila de combustible solo genera agua y calor. Si el hidrógeno es generado por fuentes de energía renovable (paneles fotovoltaicos, generación de energía eólica o similares), el ciclo completo es un procedimiento que no produce sustancias dañinas en su totalidad. Según la Cumbre Internacional de Almacenamiento de Energía, como una fuente de energía limpia con cero emisiones en el sentido verdadero, se está acelerando la aplicación de pilas de combustible de hidrógeno en países desarrollados. La pila de combustible ha pasado del laboratorio a la industrialización. En comparación con una batería de litio, presenta la ventaja de una contaminación cero.

Sin embargo, con el uso continuo y extensivo de las pilas de combustible de hidrógeno, se está acercando el final de vida de algunas pilas de combustible de hidrógeno antiguas, y hay un gran número de componentes de alto valor en las pilas de combustible de hidrógeno, tales como diversas válvulas y tuberías de gas, residuos metálicos valiosos, el metal precioso platino en catalizadores, y similares. La disponibilidad de estos residuos de alto valor hace relevante el reciclaje. Actualmente, el reciclaje del metal precioso platino en catalizadores puede resumirse como el método de cloruro de carbonil-platino, método de electrólisis de sal fundida, método de fusión de zona, método de precipitación repetida con cloruro amónico, método de hidrólisis de bromato de sodio, método de hidrólisis de portador oxidado, y similares. El método del cloruro de carbonil-platino y el método de electrólisis de sal fundida están limitados a la producción y aplicación a gran escala debido a complicados procedimientos tecnológicos y a operaciones tediosas de los mismos. El método de hidrólisis de bromato sódico y el método de hidrólisis de portador oxidado tienen una gran cantidad de tratamiento en solución y necesitan mucho tiempo para reposar y aclarar, lo que ocupa espacio y sitio, tienen un largo periodo de generación, y no pueden aplicarse a la producción a gran escala. Por lo tanto, los procedimientos de reciclaje existentes tienen los defectos de alta necesidad de mano de obra, baja eficiencia de producción, operación inconveniente y alto consumo de energía.

El documento de patente (CN101130192) describe un método para recuperar catalizador de un electrodo de membrana, que comprende separar el material de matriz del electrodo de membrana, y luego recuperar el catalizador del electrodo de membrana separado del material de matriz, en donde el método para separar el material de matriz del electrodo de membrana comprende poner en contacto el electrodo de membrana con un disolvente, en donde la cantidad de disolvente y las condiciones de contacto son suficientes para separar el material de matriz del electrodo de membrana del electrodo de membrana, y el disolvente es un disolvente capaz de hinchar el material de matriz del electrodo de membrana. En el método, un electrodo de membrana se empapa en un disolvente que puede hinchar el material de matriz del electrodo de membrana, en concreto, una membrana de intercambio de protones, que es un material polimérico, y puede absorber disolvente líquido para producir hinchamiento físico; después de que el material de matriz se hincha, la capa catalítica cae naturalmente de la superficie del material de matriz, de modo que el material de matriz se separa completamente del electrodo de membrana. Por lo tanto, el método de separación adoptado por el método de recuperación del catalizador es simple en el procedimiento y adecuado para separar el material de sustrato del electrodo de membrana.

Sumario

45 El objetivo de la presente invención es proporcionar un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía. Según el método, un elemento de platino en la pila de combustible de hidrógeno se puede reciclar de manera eficiente, se puede preparar Pt de alta pureza combinando un método de evaporación y cloración con un método de reducción química, se ahorran de manera efectiva recursos de metales preciosos, y el procedimiento de reciclaje tiene las ventajas de ser fácil y conveniente de operar y de alta eficiencia de producción.

50 Para implementar el objeto anterior, la presente invención emplea las siguientes soluciones técnicas.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía incluye las siguientes etapas de:

55 (1) descargar y desmontar una pila de combustible de hidrógeno para obtener un sistema de suministro de hidrógeno, un sistema de suministro de aire, un sistema de refrigeración y una pila galvánica;

(2) desmontar la pila galvánica en un catalizador y tela de carbono, e incinerar para obtener cenizas;

(3) añadir un agente auxiliar a las cenizas, mezclar, introducir gas inerte, calentar, introducir gas oxidante y absorber el gas de cola usando una solución de sal de amonio; y

5 (4) añadir un agente reductor a la solución de sal de amonio que absorbe el gas de cola en la etapa (3) para hacer reaccionar, filtrar, recoger y limpiar un residuo de filtración para obtener Pt.

Preferiblemente, en la etapa (1), el procedimiento de tratamiento específico del sistema de suministro de hidrógeno se refiere a: desmontar adicionalmente el sistema de suministro de hidrógeno para obtener un eyector de hidrógeno, una válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, una válvula de reducción, un tanque de hidrógeno, una bomba de circulación de hidrógeno, un inversor, un sensor de concentración de hidrógeno, un sensor de temperatura de hidrógeno, una unidad de control de hidrogenación, un sensor de presión de hidrógeno y una tubería de hidrógeno.

Preferiblemente, en el procedimiento de descarga en la etapa (1), se comprueban los rendimientos de sellado de la válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, la válvula de reducción y el tanque de hidrógeno. Si no hay fugas de aire, la válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, la válvula de reducción y la tubería de hidrógeno se reciclan como piezas antiguas para una utilización repetida. Si el tanque de hidrógeno tiene un buen rendimiento de sellado y está dentro de su vida útil, el tanque de hidrógeno se recicla para su utilización repetida. Si los rendimientos de sellado de la válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, la válvula de reducción de presión, el tanque de hidrógeno y la tubería de hidrógeno no son buenos, la válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, la válvula de reducción de presión, el tanque de hidrógeno y la tubería de hidrógeno se reciclarán directamente como materiales de metales residuales. Si el eyector de hidrógeno, la bomba de circulación de hidrógeno y el inversor operan normalmente en el procedimiento de descarga en la etapa (1), el eyector de hidrógeno, la bomba de circulación de hidrógeno y el inversor se reciclarán para la utilización repetida; de lo contrario, el eyector de hidrógeno, la bomba de circulación de hidrógeno y el inversor se desmontarán adicionalmente y se clasificarán según las categorías de materiales y se reciclarán. El sensor de concentración de hidrógeno, el sensor de temperatura del hidrógeno, la unidad de control de hidrogenación y el sensor de presión de hidrógeno se desmontan directamente y se clasifican según las categorías de materiales y se reciclan.

Preferiblemente, en la etapa (1), el procedimiento de tratamiento específico del sistema de suministro de aire se refiere a: desmontar adicionalmente el sistema de suministro de aire para obtener un compresor de aire, un silenciador, un módulo de válvula de aire y una tubería de aire.

El compresor de aire y el silenciador se reciclarán para la utilización repetida si el compresor de aire y el silenciador operan normalmente en el procedimiento de descarga descrito en (1). El módulo de válvula de aire y la tubería de aire se reciclarán para la utilización repetida si no hay fugas de aire en el procedimiento de descarga mencionado en (1), de lo contrario, el módulo de válvula de aire y la tubería de aire se reciclarán como materiales de metales residuales.

Preferiblemente, en la etapa (1), el procedimiento de tratamiento específico del sistema de refrigeración se refiere a: desmontar adicionalmente el sistema de refrigeración para obtener una bomba de agua, un radiador, un dispositivo de desionización y un termostato (válvula de tres vías).

Si la bomba de agua, el radiador, el dispositivo de desionización y el termostato operan normalmente en el procedimiento de descarga en la etapa (1), la bomba de agua, el radiador, el dispositivo de desionización y el termostato se reciclarán para la utilización repetida; de lo contrario, la bomba de agua, el radiador, el dispositivo de desionización y el termostato se desmontarán adicionalmente y clasificarán según las categorías de materiales para el reciclaje.

40 Preferiblemente, en la etapa (2), la incineración se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 600°C, y dura de 30 minutos a 60 minutos.

El objeto de la incineración anterior es eliminar el carbono, quemar la tela de carbono y generar dióxido de carbono, de modo que el catalizador pueda separarse directamente de la tela de carbono.

En la etapa (3), el agente auxiliar es uno de NaF, CaF₂, KCl, NaCl o CaCl₂.

45 El agente auxiliar mencionado anteriormente es un agente de cloración sólido, en donde el agente de cloración sólido se descompondrá completamente o en su mayor parte en un agente de cloración gaseoso tal como gas cloro o HCl durante el procedimiento de reacción y después tratamiento, de modo que las cenizas serán cloradas, y entrarán en la solución de cloruro amónico con gas cloro.

Preferiblemente, en la etapa (3), una relación en peso de las cenizas al agente auxiliar es de 1:1 a 5.

50 Preferiblemente, en la etapa (3), el gas inerte es uno de gas nitrógeno, helio o argón.

En la etapa (3), el gas oxidante es uno de gas cloro o gas bromo.

Preferiblemente, en la etapa (3), la solución de sal de amonio es una de solución de cloruro amónico o solución de bromuro amónico.

Preferiblemente, en la etapa (3), el gas inerte se introduce con un caudal de $1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ a $30 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ y dura de 5 minutos a 15 minutos.

Preferiblemente, en la etapa (3), el gas oxidante se introduce con un caudal de $1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ a $30 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ y dura de 20 minutos a 60 minutos.

- 5 Preferiblemente, en la etapa (3), la solución de sal de amonio tiene una concentración de $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ a $5 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

En la etapa (3), la temperatura se eleva de 1000°C a 1200°C a una velocidad de $2^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$ a $6^{\circ}\text{C} \cdot \text{min}^{-1}$.

Preferiblemente, en la etapa (4), el agente reductor es uno de tiosulfato de sodio, borohidruro de sodio o hidrazina.

Más preferiblemente, en la etapa (4), el agente reductor tiene una concentración en masa del 40% al 100%.

- 10 Preferiblemente, en la etapa (4), una relación en volumen de la solución de cloruro amónico al agente reductor es 1:(0,1 a 0,3).

Preferiblemente, en la etapa (4), el procedimiento de purificación adicional de Pt después de preparar el Pt en la etapa es el siguiente: añadir un lixiviado al Pt, calentar, lavar, filtrar, recoger un filtrado, añadir un agente reductor para la reacción, filtrar, recoger y limpiar un residuo de filtración para obtener Pt puro, en donde una relación en masa de Pt al lixiviado es de 1:(10 a 20).

- 15 Más preferiblemente, el lixiviado es agua regia, y el agua regia tiene una concentración en masa del 50% al 100%.

Efectos beneficiosos

1. Según la presente invención, el elemento platino en la pila de combustible de hidrógeno puede reciclarse de manera eficiente, el Pt de alta pureza puede prepararse combinando el método de evaporación y cloración con el método de reducción química, los recursos de metales preciosos se ahorran de manera efectiva, y el procedimiento de reciclaje tiene las ventajas de ser fácil y conveniente de operar y con alta eficiencia de producción.

2. La presente invención es el primer procedimiento de reciclaje para las pilas de combustible de hidrógeno en China, que puede separar de manera segura botellas de gas que contienen combustibles residuales y reducir los riesgos de seguridad de las botellas de gas que contienen los combustibles residuales.

- 25 3. Según la presente invención, todos los componentes de la pila de combustible de hidrógeno se reciclan, y algunas piezas pueden utilizarse completamente en etapas, ahorrando de este modo el coste económico. En cada tonelada de pilas de combustible de hidrógeno, la tasa de reciclaje de Pt es de 99,7% y la pureza del producto bruto de Pt es de 99,9%; la tasa de reciclaje de Cu es de 98,6% y la tasa de reciclaje de Fe es de 98,7%; la tasa de reciclaje de Zn es de 99,5%; la tasa de reciclaje de Al es de 99,8%; y la tasa de reciclaje de plástico es de 99,5%.

Breve descripción de los dibujos

- 30 La Figura 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento de reciclaje de pilas de combustible de hidrógeno según la realización 1 de la presente invención.

Descripción detallada

- 35 Con el fin de hacer más claras las soluciones técnicas de la presente invención para los expertos en la técnica, se enumeran las siguientes realizaciones para la explicación. Debe observarse que las siguientes realizaciones no limitan el alcance de protección reivindicado por la presente invención.

A menos que se especifique lo contrario, las materias primas, reactivos o dispositivos usados en las siguientes realizaciones pueden obtenerse de fuentes comerciales convencionales o mediante métodos conocidos existentes.

Realización 1

- 40 Un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía incluía las siguientes etapas específicas:

- (1) descargar una pila de combustible de hidrógeno en un tanque de almacenamiento de hidrógeno hasta que el combustible de hidrógeno se agotaba completamente, y desmontar la pila de combustible de hidrógeno para obtener un sistema de suministro de hidrógeno, un sistema de suministro de aire, un sistema de refrigeración, un sistema de control eléctrico y una pila galvánica;

- 45 (2) desmontar adicionalmente el sistema de suministro de hidrógeno para obtener un eyector de hidrógeno, una válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, una válvula de reducción, un tanque de hidrógeno, una bomba de circulación de hidrógeno, un inversor, un sensor de concentración de hidrógeno, un sensor de temperatura de hidrógeno, una unidad de control de hidrogenación, un sensor de presión de hidrógeno y una tubería de hidrógeno; desmontar adicionalmente el sistema de suministro de aire para obtener un compresor de aire, un silenciador, un módulo de

válvula de aire y una tubería de aire; y desmontar adicionalmente el sistema de refrigeración para obtener una bomba de agua, un radiador, un dispositivo de desionización y un termostato (válvula de tres vías);

5 (3) desmontar adicionalmente la pila galvánica para obtener elementos de fijación metálicos tales como un vástago de rosca, placas bipolares de aleación y una carcasa de plástico para el reciclaje directo, desechar directamente placas bipolares de grafito, desmontar adicionalmente los electrodos de membrana para recuperar directamente membranas de intercambio de protones como polímeros, poner el catalizador obtenido y la tela de carbono en un crisol cerámico, e incinerar el crisol cerámico en un horno de mufla a 400°C durante 30 minutos para obtener cenizas;

10 (4) poner las cenizas en mortero, añadir NaF según una relación en peso de 1:1, moler uniformemente la mezcla, verter la mezcla en una navecilla de porcelana de corindón y después poner la navecilla en una zona de calentamiento media de un horno tubular, introducir nitrógeno con un caudal de 1 ml·min⁻¹, absorbiendo el gas de cola con 30 ml de solución de cloruro amónico con una concentración de 1 mol·l⁻¹, introducir nitrógeno durante 5 minutos, elevar después la temperatura a 1000°C a una velocidad de calentamiento de 2°C·min⁻¹, cambiar a otro canal de gas para introducir gas cloro durante 20 minutos, luego volver a cambiar al nitrógeno de nuevo, desconectar el sistema de calefacción, enfriar a temperatura ambiente, y desconectar el gas cloro;

15 (5) añadir la solución de cloruro amónico que absorbe el gas de cola a solución de tiosulfato de sodio con una concentración en masa al 40% según una relación en volumen de 1:0,1, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración para obtener Pt bruto; y

20 (6) añadir agua regia con una concentración en masa al 50% al Pt bruto según una relación en masa de 1:10, calentar la mezcla hasta ebullición ligera durante 5 minutos, aclarar la pared del vaso con 5 ml de agua desionizada, filtrar, recoger y añadir el filtrado a solución de tiosulfato de sodio con una concentración en masa al 40% según una relación en volumen de 1:0,1, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración que era Pt puro.

Realización 2

Un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía incluía las siguientes etapas específicas:

25 (1) descargar una pila de combustible de hidrógeno en un tanque de almacenamiento de hidrógeno hasta que un combustible de hidrógeno se agotaba completamente, y desmontar la pila de combustible de hidrógeno para obtener un sistema de suministro de hidrógeno, un sistema de suministro de aire, un sistema de refrigeración, un sistema de control eléctrico y una pila galvánica;

30 (2) desmontar adicionalmente el sistema de suministro de hidrógeno para obtener un eyector de hidrógeno, una válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, una válvula de reducción, un tanque de hidrógeno, una bomba de circulación de hidrógeno, un inversor, un sensor de concentración de hidrógeno, un sensor de temperatura de hidrógeno, una unidad de control de hidrogenación, un sensor de presión de hidrógeno y una tubería de hidrógeno; desmontar adicionalmente el sistema de suministro de aire para obtener un compresor de aire, un silenciador, un módulo de válvula de aire y una tubería de aire; y desmontar adicionalmente el sistema de refrigeración para obtener una bomba de agua, un radiador, un dispositivo de desionización y un termostato (válvula de tres vías);

40 (3) desmontar adicionalmente la pila galvánica para obtener elementos de fijación metálicos tales como un vástago de rosca, placas bipolares de aleación y una carcasa de plástico para el reciclaje directo, desechar directamente placas bipolares de grafito, desmontar adicionalmente los electrodos de membrana para recuperar directamente membranas de intercambio de protones como polímeros, poner el catalizador obtenido y la tela de carbono en un crisol cerámico, e incinerar el crisol cerámico en un horno de mufla a 500°C durante 45 minutos para obtener cenizas;

45 (4) poner las cenizas en mortero, añadir KCl según una relación en peso de 1:3, moler la mezcla uniformemente, verter la mezcla en una navecilla de porcelana de corindón y luego poner la navecilla en una zona de calentamiento media de un horno tubular, introducir nitrógeno con un caudal de 15 ml·min⁻¹, absorbiendo el gas de cola con 35 ml de solución de cloruro amónico con una concentración de 3 mol·l⁻¹, introducir nitrógeno durante 10 minutos, elevar después la temperatura a 1100°C a una velocidad de calentamiento de 4°C·min⁻¹, introducir gas cloro durante 40 minutos, volviendo a continuación al nitrógeno de nuevo, desconectar el sistema de calefacción, enfriar a temperatura ambiente, y desconectar el gas cloro;

50 (5) añadir la solución de cloruro amónico que absorbe el gas de cola a borohidruro de sodio con una concentración en masa al 60% según una relación en volumen de 1:0,2, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración para obtener Pt bruto; y

(6) añadir agua regia con una concentración en masa al 75% al Pt bruto según una relación en masa de 1:15, calentar la mezcla hasta ebullición ligera durante 7 minutos, aclarar la pared del vaso con 7 ml de agua desionizada, filtrar, recoger y añadir el filtrado a borohidruro de sodio con una concentración en masa al 40% según una relación en volumen de 1:0,1, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración que era Pt puro.

55

Realización 3

Un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno de un vehículo de nueva energía incluía las siguientes etapas específicas:

- 5 (1) descargar una pila de combustible de hidrógeno en un tanque de almacenamiento de hidrógeno hasta que el combustible de hidrógeno se agotaba completamente, y desmontar la pila de combustible de hidrógeno para obtener un sistema de suministro de hidrógeno, un sistema de suministro de aire, un sistema de refrigeración, un sistema de control eléctrico y una pila galvánica;
- 10 (2) desmontar adicionalmente el sistema de suministro de hidrógeno para obtener un eyector de hidrógeno, una válvula de sellado de hidrógeno de alta presión, una válvula de reducción, un tanque de hidrógeno, una bomba de circulación de hidrógeno, un inversor, un sensor de concentración de hidrógeno, un sensor de temperatura de hidrógeno, una unidad de control de hidrogenación, un sensor de presión de hidrógeno y una tubería de hidrógeno; desmontar adicionalmente el sistema de suministro de aire para obtener un compresor de aire, un silenciador, un módulo de válvula de aire y una tubería de aire; y desmontar adicionalmente el sistema de refrigeración para obtener una bomba de agua, un radiador, un dispositivo de desionización y un termostato (válvula de tres vías);
- 15 (3) desmontar adicionalmente la pila galvánica para obtener elementos de fijación metálicos tales como un vástago de rosca, placas bipolares de aleación y una carcasa de plástico para el reciclaje directo, desechar directamente placas bipolares de grafito, desmontar adicionalmente electrodos de membrana para recuperar directamente membranas de intercambio de protones como polímeros, poner el catalizador obtenido y la tela de carbono en un crisol cerámico, e incinerar el crisol cerámico en un horno de mufla a 600°C durante 60 minutos para obtener cenizas;
- 20 (4) poner las cenizas en mortero, añadir NaCl según una relación en peso de 1:5, moler la mezcla uniformemente, verter la mezcla en una navicilla de porcelana de corindón y luego colocar la navicilla en una zona de calentamiento media de un horno tubular, introducir nitrógeno con un caudal de 30 ml·min⁻¹, absorber el gas de cola con 40 ml de solución de cloruro amónico con una concentración de 5 mol·l⁻¹, introducir nitrógeno durante 15 minutos, elevar después la temperatura a 1200 °C a una velocidad de calentamiento de 6°C·min⁻¹, introducir gas cloro durante 60 minutos, volver a continuación al nitrógeno de nuevo, desconectar el sistema de calefacción, enfriar a temperatura ambiente, y desconectar el gas cloro;
- 25 (5) añadir la solución de cloruro amónico que absorbe el gas de cola a hidrazina con una concentración en masa al 100% según una relación en volumen de 1:0,3, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración para obtener Pt bruto; y
- 30 (6) añadir agua regia con una concentración en masa al 100% al Pt bruto según una relación en masa de 1:20, calentar la mezcla hasta ebullición ligera durante 10 minutos, aclarar la pared del vaso con 10 ml de agua desionizada, filtrar, recoger y añadir el filtrado en hidrazina con una concentración en masa al 100% según una relación en volumen de 1:0,3, filtrar, limpiar y recoger un residuo de filtración que era Pt puro.

Ejemplo comparativo 1 (CN104745836A)

- 35 Un procedimiento de refinado de reciclaje de platino incluía las siguientes etapas de procedimiento de:
 - a. carbonizar un material que contenía platino durante 1,5 horas a 2,5 horas de 750°C a 850°C;
 - b. enfriar a temperatura ambiente y luego añadir agua regia para disolver el material a un control de temperatura entre 65°C y 75°C hasta que el material se había disuelto completamente;
 - 40 c. añadir cloruro amónico y precipitar durante 0,5 horas a 1,5 horas, y después de precipitar, filtrar y lavar el cloroplatinato de amonio;
 - d. añadir hidróxido sódico hasta disolución en 20 minutos a 40 minutos para formar una solución de disolución;
 - e. calentar la solución de disolución obtenida en la etapa d de 45°C a 55°C y después añadir hidrato de hidrazina para reducir, y hacer reaccionar durante 0,5 horas a 1,5 horas para terminar el reciclaje de platino; y
 - f. secar el polvo de platino reducido.

- 45 Eficiencia de reciclaje:

Tabla 1 Estado de reciclaje y coste de la realización 2

Objeto de reciclaje	Tasa de reciclaje (%)	Cantidad de reciclaje (por tonelada de batería)	Pureza del producto bruto (%)	Coste del procedimiento (RMB)
Pt	99.7	60.56 g	99.9	231
Cu	98.6	82.62 kg	99.6	36
Fe	98.7	636.5 kg	98.7	23

Zn	99.5	1.2 kg	99.5	103
Al	99.8	160.9 kg	99.8	41
Plástico	99.5	67.0 kg	99.2	37

Tabla 2 Estado de reciclaje y coste de la realización 3

Objeto de reciclaje	Tasa de reciclaje (%)	Cantidad de reciclaje (por tonelada de batería)	Pureza del producto bruto (%)	Coste del procedimiento (RMB)
Pt	99.3	58.36 g	99.8	246
Cu	98.5	81.99 kg	99.4	42
Fe	98.6	631.7 kg	98.5	29
Zn	99.2	1.13 kg	99.3	125
Al	99.5	159.6 kg	99.5	44
Plástico	99.3	65.8 kg	99.1	39

Tabla 2 Estado de reciclaje y coste del ejemplo comparativo 1

Objeto de reciclaje	Tasa de reciclaje (%)	Cantidad de reciclaje (por tonelada de batería)	Pureza del producto bruto (%)	Coste del procedimiento (RMB)
Pt	96.7	57.56 g	99.8	588
Cu	97.6	76.62 kg	99.1	43
Fe	95.7	616.5 kg	98.2	35
Zn	96.5	1.1 kg	99.3	121
Al	97.8	155.9 kg	98.8	57
Plástico	96.5	65.0 kg	97.2	42

5

Puede observarse a partir de las Tablas 1 a 3 que, en cada tonelada de pila de combustible de hidrógeno, la tasa de reciclaje de Pt en la realización 2 de la presente invención es de 99,7%, y la pureza del producto bruto de Pt es de 99,9%; la tasa de reciclaje de Cu es de 98,6% y la pureza del producto bruto de Cu es de 99,6%; la tasa de reciclaje de Fe es de 98,7% y la pureza del producto bruto de Fe es de 98,7%; la tasa de reciclaje de Zn es de 99,5% y la pureza del producto bruto de Zn es de 99,5%; la tasa de reciclaje de Al es de 99,8% y la pureza del producto bruto de Al es de 99,8%; y la tasa de reciclaje de plástico es de 99,5% y la pureza del producto bruto de Pt es de 99,2%. En cada tonelada de pila de combustible de hidrógeno, la tasa de reciclaje de Pt en la realización 3 de la presente invención es de 99,3%, y la pureza del producto bruto de Pt es de 99,8%; la tasa de reciclaje de Cu es de 98,5%, y la pureza del producto bruto de Cu es de 99,4%; la tasa de reciclaje de Fe es de 98,6% y la pureza del producto bruto de Fe es de 98,5%; la tasa de reciclaje de Zn es de 99,2%, y la pureza del producto bruto de Zn es de 99,3%; la tasa de reciclaje de Al es de 99,5% y la pureza del producto bruto de Al es de 99,5%; y la tasa de reciclaje de plástico es de 99,3%, y la pureza del producto bruto de Pt es de 99,1%. En el ejemplo comparativo 2, la tasa de reciclaje de Pt es de 96,7%, la tasa de reciclaje de Cu es de 97,6%, la tasa de reciclaje de Fe es de 95,7%, la tasa de reciclaje de Zn es de 96,5%, la tasa de reciclaje de Al es de 97,8% y la tasa de reciclaje de plástico es de 96,5%, respectivamente. Las tasas de reciclaje de todos los componentes son menores que las de las realizaciones 2 y 3, y el coste del procedimiento de reciclaje de Pt es mucho mayor que en la realización 2. A partir de esto, puede observarse que, usando el método para reciclar de la presente invención, el procedimiento para obtener platino puro es simple, de bajo coste y recuperable industrialmente.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un procedimiento de reciclaje de pilas de combustible de hidrógeno usadas según la realización 1 de la presente invención. En la FIG. 1 se puede ver que todo el procedimiento de reciclaje es sencillo y eficiente. La variedad de reciclaje incluye materiales con una densidad relativa de más de 99% y puede obtener productos brutos con mayor pureza. La dificultad en todo el procedimiento es el método para reciclar platino. El tratamiento de cenizas puede aumentar directamente la pureza del platino a más del 98%. Después de dos etapas de cloración y reducción a alta temperatura, el platino puede purificarse y la pureza puede alcanzar el 99,9%.

El método para reciclar la pila de combustible de hidrógeno del vehículo de nueva energía proporcionado por la presente invención se ha introducido en detalle anteriormente, y el principio y la implementación de la presente invención se han ilustrado con realizaciones específicas. La explicación de las realizaciones anteriores solo se usa para ayudar a entender el método y la idea central de la presente invención, incluyendo el mejor modo, y también permite a cualquier experto en la técnica practicar la presente invención, incluyendo fabricar y usar cualquier dispositivo o sistema, e implementar cualquier método combinado.

REIVINDICACIONES

1. Un método para reciclar una pila de combustible de hidrógeno, que comprende:
 - (1) descargar y desmontar una pila de combustible de hidrógeno para obtener un sistema de suministro de hidrógeno, un sistema de suministro de aire, un sistema de refrigeración y una pila galvánica;
 - (2) desmontar la pila galvánica en un catalizador y tela de carbono, e incinerar para obtener cenizas;
 - (3) añadir un agente auxiliar a las cenizas, mezclar, introducir gas inerte, calentar, introducir gas oxidante y absorber el gas de cola usando una solución de sal de amonio; y
 - (4) añadir un agente reductor a la solución de sal de amonio que absorbe el gas de cola en la etapa (3) para hacer reaccionar, filtrar, recoger y limpiar un residuo de filtración para obtener Pt, en donde en la etapa (3), el gas oxidante es uno de gas cloro o gas bromo, en donde en la etapa (3), el calentamiento se lleva a cabo a una velocidad de $2^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ a $6^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ y una temperatura de 1000°C a 1200°C ;en donde en la etapa (3), el agente auxiliar es uno de NaF, CaF_2 , KCl, NaCl o CaCl_2 .
2. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (2), la incineración se lleva a cabo a una temperatura de 400°C a 600°C , y dura de 30 minutos a 60 minutos.
3. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (3), el gas inerte es uno de nitrógeno, helio o argón.
4. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (4), el agente reductor es uno de tiosulfato de sodio, borohidruro de sodio o hidrazina.
5. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (4), la solución de sal de amonio es una solución de cloruro de amonio o solución de bromuro de amonio.
6. El método de la reivindicación 1, en donde en la etapa (4), un procedimiento de purificación adicional de Pt después de preparar Pt es como sigue: añadir un lixiviado al Pt, calentar, lavar, filtrar, recoger un filtrado, añadir un agente reductor para la reacción, filtrar, recoger y limpiar un residuo de filtración para obtener Pt puro, en donde una relación en masa de Pt al lixiviado es 1:(10 a 20).

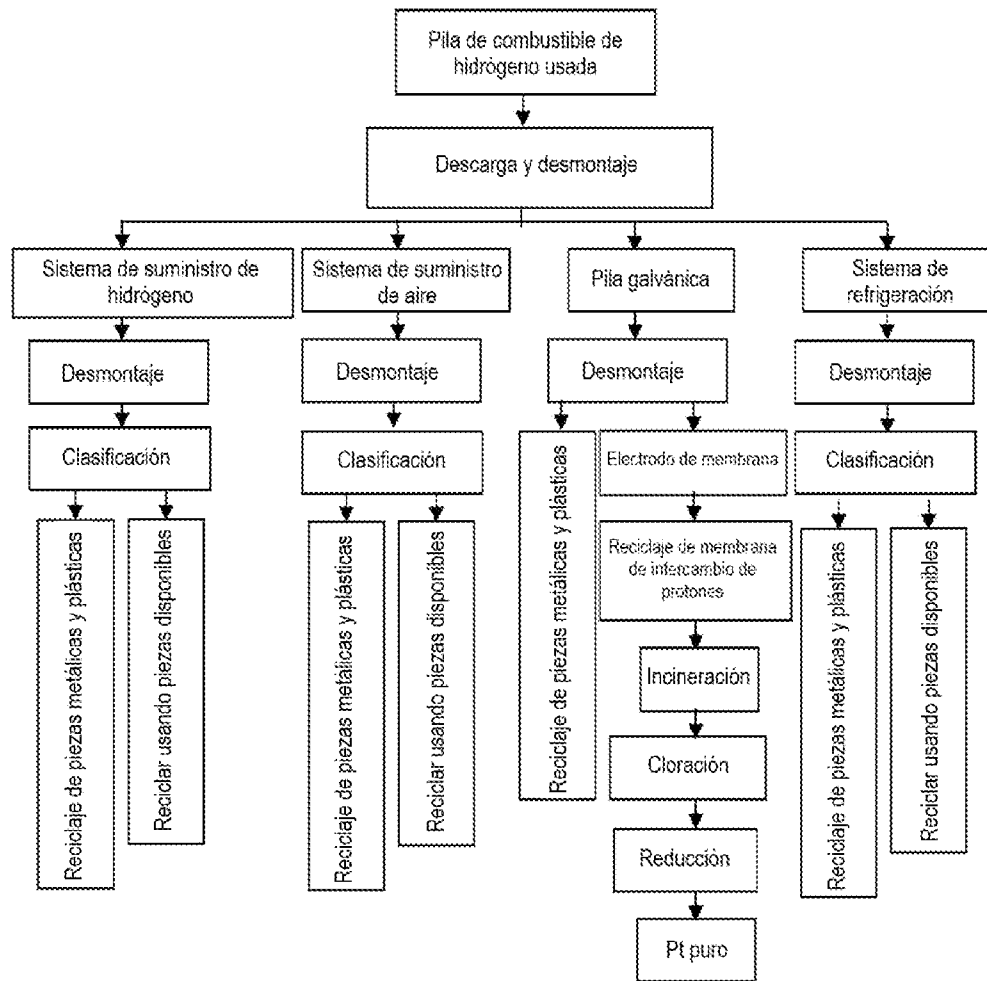


FIG. 1