

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 272**

21 Número de solicitud: 202390144

51 Int. Cl.:

H01M 4/36 (2006.01)

H01M 4/525 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

22.09.2022

30 Prioridad:

29.07.2022 CN 202210903702

43 Fecha de publicación de la solicitud:

11.04.2024

71 Solicitantes:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. (50.0%)**

**No.6, Zhixin Avenue, Leping Town, Sanshui
District**

**528137 Foshan, Guangdong CN y
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**LI, Aixia;
YU, Haijun;
XIE, Yinghao y
LI, Changdong**

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

54 Título: **MÉTODO PARA RECUBRIR UN MATERIAL DE CÁTODO DE ÓXIDO DE LITIO-NÍQUEL-COBALTO-MANGANESO**

57 Resumen:

La presente divulgación da a conocer un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso, y se refiere al campo técnico de la síntesis de materiales de cátodo. La presente divulgación proporciona un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso, que comprende las siguientes etapas: (1) mezclar el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio e introducir una olefina; y (2) después de completarse la reacción, se seca y calcina el producto de reacción para obtener un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso; en el que el número de átomos de carbono en la olefina es ≤ 10 y el número de dobles enlaces carbono-carbono en la olefina es de 1. La presente divulgación proporciona un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. Al introducir una olefina cuando se mezcla un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio, se consigue el recubrimiento dirigido de los defectos de superficie, y puede impedirse bien que la disolución de electrolito experimente reacciones secundarias con el material de cátodo en los defectos de superficie, sin generar una capa de recubrimiento excesivamente gruesa.

ES 2 965 272 A2

DESCRIPCIÓN

MÉTODO PARA RECUBRIR UN MATERIAL DE CÁTODO DE ÓXIDO DE LITIO-NÍQUEL-COBALTO-MANGANESO

5

CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere al campo técnico de la síntesis de materiales de cátodo, en particular a un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso.

10

ANTECEDENTES

Los materiales de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso, especialmente los materiales de cátodo de contenido de níquel ultraalto con un contenido de Ni de más del 90 %, son propensos a la generación de litio residual en la superficie. El litio residual en la superficie se refiere principalmente a sustancias tales como LiOH y Li₂CO₃ en la superficie de las partículas de material. Por un lado, la fuente de las mismas está provocada por el hecho de que el Li, que no entra al interior a través de la reacción de sinterización, permanece en la superficie o que la sinterización a alta temperatura conduce a la descomposición del material para producir litio residual en la superficie, y por otro lado, la fuente se genera colocando el material al aire durante un periodo de tiempo prolongado. Cuanto mayor es el contenido de Ni, más rigurosas son las condiciones de sinterización y más difícil resulta la sinterización para formar un material con una proporción específica de metal de litio, dando como resultado más litio residual en la superficie del producto sinterizado. Además, cuanto mayor es el contenido de Ni, más fácil es que reaccione Li⁺ con agua y CO₂ al air para producir LiOH y Li₂CO₃, dando como resultado un alto contenido de litio residual en la superficie. Con el aumento del contenido de Ni, el manganeso se disuelve fácilmente a partir del material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso durante los ciclos y precipita en el electrodo negativo para destruir una película de SEI del electrodo negativo. Durante los ciclos, el Mn³⁺ experimenta reacciones de desproporción para formar Mn⁴⁺ y Mn²⁺, lo que conduce a partículas de cátodo trituradas, lo que afecta además al rendimiento de ciclo del material de cátodo. Inevitablemente se formarán algunos defectos de superficie, tales como mellas y fracturas, en la superficie del material de cátodo, y estos defectos de superficie contribuyen a las reacciones secundarias entre el material de cátodo y la disolución de electrolito.

Al formar una capa de recubrimiento en la superficie del material de cátodo, pueden repararse algunos defectos de superficie y pueden aliviarse las reacciones secundarias entre

el material de cátodo y la disolución de electrolito; sin embargo, los métodos de recubrimiento convencionales presentan algunos problemas. Los métodos de recubrimiento convencionales implican formar al azar algunas zonas de recubrimiento en la superficie del material. La uniformidad de las mismas es difícil de garantizar, y hay menos agente de recubrimiento, lo que puede dar como resultado algunas zonas, especialmente zonas de defectos de superficie, que no se recubren, y la disolución de electrolito puede experimentar reacciones secundarias con el material de cátodo en las zonas de defectos de superficie. Además, si se aumenta la cantidad del agente de recubrimiento, el recubrimiento local puede ser demasiado grueso, lo que puede disminuir la capacidad específica y, al mismo tiempo, también aumentar la impedancia.

SUMARIO

En vista de esto, un objeto de la presente divulgación es proporcionar un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con el fin de superar los inconvenientes anteriores de la técnica anterior. La presente divulgación proporciona un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. Al introducir una olefina cuando se mezcla un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio, se consigue el recubrimiento dirigido de los defectos de superficie, y puede impedirse bien que la disolución de electrolito experimente reacciones secundarias con el material de cátodo en los defectos de superficie, sin generar una capa de recubrimiento excesivamente gruesa.

Para lograr el objeto anterior, la solución técnica usada en la presente divulgación es un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso, que comprende las siguientes etapas:

(1) mezclar el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio e introducir una olefina; y

(2) después de completarse la reacción, se seca y calcina el producto de reacción para obtener un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso;

en el que el número de átomos de carbono en la olefina es ≤ 10 y el número de dobles enlaces carbono-carbono en la olefina es de 1.

En la presente divulgación, al introducir una olefina cuando se mezcla un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio, se facilita la adherencia a las zonas de defectos de superficie (huecos, grietas, etc.) en la superficie del material de cátodo, y el gas adherido puede reaccionar con el

permanganato de potasio en la disolución en las zonas de defectos para formar precipitado de MnO_2 para compensar los defectos, mediante lo cual se consigue el recubrimiento dirigido de defectos de superficie, y puede impedirse bien que la disolución de electrolito provoque reacciones secundarias con el material de cátodo en los defectos de superficie, sin generar una capa de recubrimiento excesivamente gruesa. Además, el gas de olefina reacciona con la disolución de permanganato de potasio para formar un precipitado, que tiene partículas más pequeñas y un recubrimiento más uniforme. El MnO_2 de recubrimiento en los defectos de superficie puede dar como resultado la formación de una capa enriquecida en MnO_2 en el interior y en el exterior de la superficie del material de cátodo, que puede inhibir la disolución de MnO_2 en el interior del material de cátodo y una reacción de desproporción de Mn^{3+} . Los subproductos (tales como alcoholes) producidos mediante la reacción pueden disolverse en la disolución y retirarse, y el gas sin reaccionar se limpia en la etapa de secado, de modo que no reaccionará con el material, dando como resultado la reducción del material de cátodo.

Además, en la presente divulgación, también es posible colocar el material de cátodo en un gas reductor. El material de cátodo se coloca en un entorno de olefina a alta presión, de modo que la olefina entra al interior del material de cátodo a través de los defectos de superficie para mezclar el material de cátodo con la disolución de permanganato de potasio. El gas de olefina escapa gradualmente de la disolución, y la olefina experimenta una reacción redox con el permanganato de potasio para formar dióxido de manganeso, que precipita en los defectos de superficie.

Preferiblemente, la olefina es al menos uno de etileno o propileno; de manera adicionalmente preferible, la olefina es etileno.

Preferiblemente, en la etapa (1), la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio es del 0,5-5 %, el valor de pH de la disolución de permanganato de potasio es de 7-12 y la temperatura del mezclado es de 10-50 °C. De manera adicionalmente preferible, la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio es del 0,5-2 % y la temperatura del mezclado es de 10-25 °C.

Los inventores han hallado que, dentro de los intervalos anteriormente mencionados de la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio y la temperatura de reacción, la velocidad de reacción es relativamente lenta y puede reducirse la pérdida de burbujas antes de que alcancen los defectos de superficie.

Preferiblemente, en la etapa (1), el método para introducir la olefina implica introducir la olefina en lotes, en el que, durante la introducción de la olefina, se usa una bomba de gas, y la bomba de gas tiene una tubería de gas equipada con un elemento de filtro.

Preferiblemente, el número de introducciones de la olefina es de 3-10 veces y la razón

del volumen total de la olefina introducida con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio es de (0,3-1):1. De manera adicionalmente preferible, el número de introducciones de la olefina es de 3-5 veces y la razón del volumen total de la olefina introducida con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio es de (0,3-0,5):1.

Después de varias investigaciones experimentales, los inventores han hallado que al limitar las veces de introducción de la olefina y la cantidad de la olefina introducida, la reacción puede controlarse más exhaustivamente y el efecto de recubrimiento final es mejor.

Preferiblemente, la presión de la bomba de gas es de 0,013-0,020 MPa y el tamaño de poro del elemento de filtro es de 0,2-0,5 μm .

Después de varias investigaciones experimentales, los inventores han hallado que el diámetro de poro del elemento de filtro es el factor principal que afecta al tamaño de burbuja del gas introducido. Cuando el tamaño de poro del elemento de filtro es de 0,2-0,5 μm , el tamaño de burbuja del gas introducido es apropiado y el efecto de recubrimiento es mejor.

Preferiblemente, en la etapa (2), la temperatura de secado es de 60-80 °C y el tiempo de secado es de 8-12 h; y la temperatura de calcinación es de 450-550 °C y el tiempo de calcinación es de 6-8 h.

Además, la presente divulgación proporciona un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso obtenido mediante el uso del método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso anteriormente mencionado.

Además, la presente divulgación proporciona el uso del material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso en la fabricación de una batería de iones de litio.

En comparación con la técnica anterior, la presente divulgación tiene los siguientes efectos beneficiosos:

En la presente divulgación, al introducir una olefina cuando se mezcla un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio, se facilita la adherencia a las zonas de defectos de superficie (huecos, grietas, etc.) en la superficie del material de cátodo, y el gas adherido puede reaccionar con el permanganato de potasio en la disolución en las zonas de defectos para formar precipitado de MnO_2 para compensar los defectos, mediante lo cual se consigue el recubrimiento dirigido de defectos de superficie, y puede impedirse bien que la disolución de electrolito provoque reacciones secundarias con el material de cátodo en los defectos de superficie, sin generar una capa de recubrimiento excesivamente gruesa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La FIG. 1 es un diagrama de un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso preparado en el ejemplo 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

5 Con el fin de ilustrar mejor el objeto, la solución técnica y las ventajas de la presente divulgación, la presente divulgación se ilustrará adicionalmente a continuación junto con los dibujos adjuntos y ejemplos específicos.

En los ejemplos, los métodos experimentales usados son todos ellos métodos convencionales a menos que se especifique lo contrario, y los materiales, reactivos, etc.,
10 usados pueden obtenerse todos ellos de fuentes comerciales a menos que se especifique lo contrario.

A continuación se proporcionan los ejemplos 1-6 y los ejemplos comparativos 1 y 2.

Ejemplo 1

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La olefina usada fue etileno, y el método comprendía las
15 siguientes etapas:

(1) mezclar 500 g de material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso ($\text{LiNi}_{0,9}\text{Co}_{0,05}\text{Mn}_{0,05}\text{O}_2$) con una disolución de permanganato de potasio e introducir una olefina en lotes, en el que durante la introducción de etileno, se usó una bomba de gas, y la bomba
20 de gas tenía una tubería de gas equipada con un elemento de filtro (elemento de filtro de PE);

la disolución de permanganato de potasio tenía una concentración en masa del 0,5 % y un pH de 8, y la temperatura de reacción de mezclado era de 20 °C; el número de introducciones de etileno era de 5 veces, el volumen de la olefina introducida cada vez era de 100 cm³, la razón del volumen total del etileno introducido con respecto al volumen de la
25 disolución de permanganato de potasio era de 0,5:1, y específicamente, el volumen total de etileno usado era de 500 cm³, el volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 1 l; la presión de la bomba de gas era de 0,018 MPa y el tamaño de poro del elemento de filtro era de 0,45 µm; y

(2) después de completarse la reacción, se secó y calcinó el producto de reacción para
30 obtener un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso;

en el que la temperatura de secado era de 70 °C y el tiempo de secado era de 10 h; y la temperatura de calcinación era de 450 °C y el tiempo de calcinación era de 8 h.

Ejemplo 2

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La única diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 se basa en que, en la etapa (1), la olefina usada fue propileno; la disolución de permanganato de potasio tenía una concentración en masa del 0,5 % y un pH de 8, y la temperatura de reacción de
5 mezclado era de 20 °C; el número de introducciones de propileno era de 5 veces, el volumen de la olefina introducida cada vez era de 100 cm³, la razón del volumen total de propileno con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 0,5:1, y específicamente, el volumen total de propileno usado era de 500 cm³, el volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 1 l; la presión de la bomba de gas era de
10 0,018 MPa y el tamaño de poro del elemento de filtro era de 0,45 µm.

Ejemplo 3

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La única diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 se basa en que, en la etapa (2), la temperatura de calcinación era de 550 °C y el tiempo de calcinación
15 era de 6 h.

Ejemplo 4

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La única diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 se basa en que, en la etapa (1), el número de introducciones de etileno era de 3 veces, el volumen de la
20 olefina introducida cada vez era de 100 cm³, y la razón del volumen total del etileno introducido con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 0,3:1; específicamente, el volumen total de etileno usado era de 300 cm³, y el volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 1 l.

Ejemplo 5

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 se basa únicamente en que, en la etapa (1), durante la introducción de la olefina en lotes, se usó una
25 bomba de gas, y la tubería de gas de la bomba de gas no estaba equipada con un elemento de filtro.

Ejemplo 6

Este ejemplo proporcionó un método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso. La única diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 se basa en que, en la etapa (1), la disolución de permanganato de potasio tenía una concentración en
35 masa del 5 % y un pH de 8, y la temperatura de reacción de mezclado era de 50 °C; el número de introducciones de etileno era de 5 veces, el volumen de la olefina introducida cada vez era

de 200 cm³, la razón del volumen total del etileno introducido con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 1:1; específicamente, el volumen total del etileno usado era de 1000 cm³, y el volumen de la disolución de permanganato de potasio era de 1 l; y la presión de la bomba de gas era de 0,018 MPa y el tamaño de poro del elemento de filtro era de 0,45 µm.

Ejemplo comparativo 1

En este ejemplo comparativo, se usó óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con carbono para preparar una capa de recubrimiento de permanganato de potasio. El método de preparación fue el siguiente: se tomaron 500 g de $\text{LiNi}_{0,9}\text{Co}_{0,05}\text{Mn}_{0,05}\text{O}_2$ recubierto con C en la superficie y se colocaron en 1 l de una disolución neutra de permanganato de potasio con una concentración del 0,5 % en fracción másica a una temperatura de 20 °C, de manera que el material de cátodo se sumergió completamente en la disolución de permanganato de potasio; y después de completarse la reacción, se separó el material de cátodo a partir de la disolución, y se colocó el material de cátodo en un horno, se secó a 70 °C durante 10 h y luego se calcinó a 450 °C en un horno de mufla durante 8 h.

Ejemplo comparativo 2

En este ejemplo comparativo, se preparó una capa de recubrimiento de dióxido de manganeso mediante un método de precipitación habitual. El método de preparación fue el siguiente: se tomaron 500 g de $\text{LiNi}_{0,9}\text{Co}_{0,05}\text{Mn}_{0,05}\text{O}_2$ y se colocaron en 1 l de una disolución neutra de permanganato de potasio con una concentración del 0,5 % en fracción másica a una temperatura de 20 °C, de manera que el material de cátodo se sumergió completamente en la disolución de permanganato de potasio, y luego se añadieron 5 g de hidróxido de manganeso a la disolución y se disolvieron; y después de completarse la precipitación, se separó el material de cátodo a partir de la disolución, se colocó el material de cátodo en un horno, se secó a 70 °C durante 10 h y luego se calcinó a 450 °C en un horno de mufla durante 8 h.

Ensayo de rendimiento

Procedimiento de ensayo: los materiales de cátodo obtenidos en los ejemplos y los ejemplos comparativos se prepararon en baterías de botón para someter a ensayo el rendimiento electroquímico de las baterías de iones de litio, y las etapas específicas del mismo fueron las siguientes: se mezcló de manera uniforme el material activo de cátodo con negro de acetileno y PVDF en N-metilpirrolidona como disolvente en una razón en masa de 9,2:0,5:0,3, luego se aplicó a una lámina de aluminio, se secó en aire forzado a 80 °C durante 8 h y se secó a vacío a 120 °C durante 12 h. Se montó la batería en una cámara de bioseguridad con guantes protegida con argón, en la que el electrodo negativo era una lámina

de metal de litio, el separador era una película de polipropileno y la disolución de electrolito era LiPF_6 1 M-EC/DMC (1:1, v/v). Se montó una batería de botón usando una carcasa de batería de botón 2032 en una cámara de bioseguridad con guantes protegida con argón y luego se sometió a un ensayo de rendimiento electroquímico a 25 °C a 3,0-4,5 V.

5 Los resultados fueron tal como se muestra a continuación en la tabla 1.

Tabla 1

Rendimiento	Capacidad de descarga a 0,1 C, mAh/g	Capacidad de descarga específica después de 100 ciclos, mAh/g	Tasa de retención cíclica
Ejemplo 1	206,1	193,1	93,7 %
Ejemplo 2	205,7	191,2	93,0 %
Ejemplo 3	208,5	189,7	90,1 %
Ejemplo 4	208,4	193,6	92,0 %
Ejemplo 5	209,7	184,5	88,0 %
Ejemplo 6	208,6	185,8	89,1 %
Ejemplo comparativo 1	194,2	163,5	84,2 %
Ejemplo comparativo 2	195,2	161,4	82,7 %

La FIG. 1 es un diagrama de un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso preparado en el ejemplo 1, y la tabla 1 muestra los resultados del ensayo de rendimiento electroquímico. Cuando los materiales de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubiertos con dióxido de manganeso preparados en los ejemplos de la presente divulgación se usaron en baterías de botón, la capacidad de descarga a 0,1 C era de 200 mAh/g o más, la capacidad de descarga específica después de 100 ciclos era de 180 mAh/g y la tasa de retención cíclica alcanzó el 88 % o más.

Entre ellos, el ejemplo 5, en el que no se añadió ningún elemento de filtro, tenía burbujas más grandes, una adherencia más difícil, una cantidad reducida de recubrimiento y un rendimiento de ciclo ligeramente reducido. En el ejemplo 6, la temperatura de la reacción de mezclado y la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio eran demasiado altas y la reacción era demasiado rápida, de manera que muchas burbujas de etileno ya habían reaccionado antes de alcanzar la superficie de las partículas, por tanto provocando una precipitación sustancial de dióxido de manganeso. Incluso si se aumentaba la cantidad del gas de etileno introducido, el efecto de recubrimiento seguía sin ser tan bueno como el del ejemplo 1.

Finalmente, cabe destacar que las realizaciones anteriores se usan únicamente para

ilustrar solución técnica de la presente divulgación, en lugar de limitar el alcance de protección de la presente divulgación. Aunque la presente invención se ha descrito en detalle con referencia a las realizaciones preferidas, los expertos habituales en la técnica deben entender que la solución técnica de la presente divulgación puede modificarse o sustituirse de manera
5 equivalente sin alejarse de la esencia y el alcance de la solución técnica de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Método para recubrir un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso, que comprende las siguientes etapas:

(1) mezclar el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso con una disolución de permanganato de potasio e introducir una olefina; y

(2) después de completarse la reacción, se seca y calcina el producto de reacción para obtener un material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso recubierto con dióxido de manganeso;

en el que el número de átomos de carbono en la olefina es ≤ 10 y el número de dobles enlaces carbono-carbono en la olefina es de 1.

2. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 1, en el que la olefina es al menos uno de etileno o propileno; preferiblemente, la olefina es etileno.

3. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (1), la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio es del 0,5-5 % y la temperatura del mezclado es de 10-50 °C; preferiblemente, la concentración en masa de la disolución de permanganato de potasio es del 0,5-2 % y la temperatura del mezclado es de 10-25 °C.

4. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (1), el método para introducir la olefina implica introducir la olefina en lotes, en el que, durante la introducción de la olefina, se usa una bomba de gas, y la bomba de gas tiene una tubería de gas equipada con un elemento de filtro.

5. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 4, en el que el número de introducciones de la olefina es de 3-10 veces y la razón del volumen total de la olefina introducida con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio es de (0,3-1):1.

6. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 5, en el que el número de introducciones de la olefina es de 3-5 veces y la razón del volumen total de la olefina introducida con respecto al volumen de la disolución de permanganato de potasio es de (0,3-0,5):1.

7. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 4, en el que la presión de la bomba de gas es de 0,013-0,020 MPa y el tamaño de poro del elemento de filtro es de 0,2-0,5 μm .

8. Método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso

según la reivindicación 1, en el que, en la etapa (2), la temperatura de secado es de 60-80 °C y el tiempo de secado es de 8-12 h; y la temperatura de calcinación es de 450-550 °C y el tiempo de calcinación es de 6-8 h.

5 9. Material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso obtenido mediante el uso del método para recubrir el material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 1.

10. Uso del material de cátodo de óxido de litio-níquel-cobalto-manganeso según la reivindicación 9 en la fabricación de una batería de iones de litio.

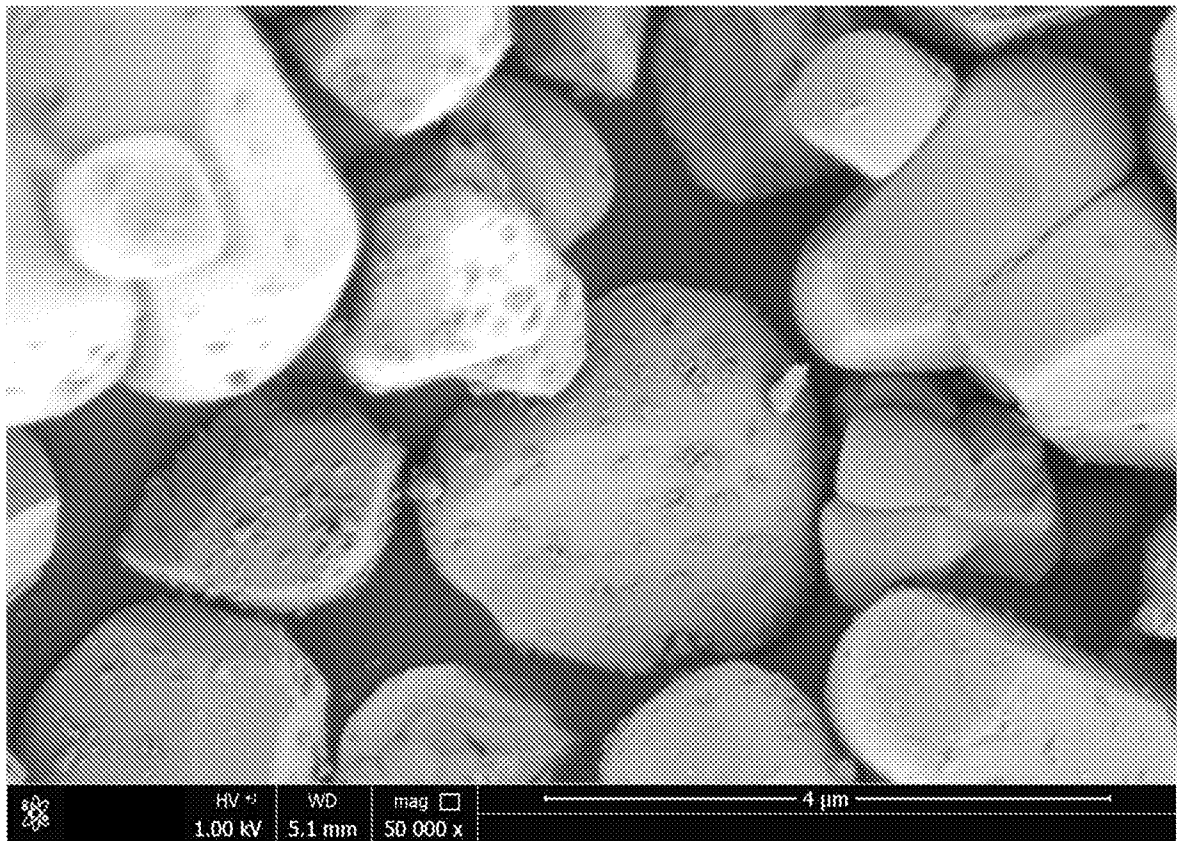


Fig. 1