

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 690**

21 Número de solicitud: 202390183

51 Int. Cl.:

C01G 53/00 (2006.01)

H01M 10/0525 (2010.01)

H01M 4/505 (2010.01)

H01M 4/525 (2010.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

22.09.2022

30 Prioridad:

14.07.2022 CN 202210829321

43 Fecha de publicación de la solicitud:

28.08.2024

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:

**FANG, Zhenqi;
LI, Changdong;
LIU, Genghao;
RUAN, Dingshan y
SHI, Qianqian**

74 Agente/Representante:

MENÉNDEZ GARCÍA, Guillermo

54 Título: **MÉTODO PARA PREPARAR MATERIAL PRECURSOR DE CÁTODO TERNARIO CON UN
BAJO CONTENIDO EN AZUFRE Y ALTA ÁREA DE SUPERFICIE ESPECÍFICA**

57 Resumen:

La presente divulgación da a conocer un método para preparar un material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica, y pertenece al campo de los materiales de baterías de iones de litio. En la presente divulgación, usando un filtro continuo con un dispositivo de pulverización para concentrar un material de reacción, pueden retirarse de manera uniforme las impurezas de azufre en una etapa de reacción, y ni se ven afectados el entorno de reacción y la eficiencia de producción, ni se produce la introducción de nuevas impurezas. Además, retirando la disolución madre por medio de filtración por succión a presión negativa, puede oxidarse el material de manera uniforme de una manera controlada, y se aumenta de manera uniforme el área de superficie específica del material precursor de cátodo ternario, de modo que, durante la sinterización, los iones de litio entran más fácilmente en el interior de partículas del material precursor de cátodo ternario, ejerciendo por tanto una capacidad superior. Una disolución de compuesto alcalino usada en la presente divulgación durante la pulverización puede recircularse, reduciendo de ese modo el consumo de agua de lavado y compuesto alcalino y la descarga de agua residual.

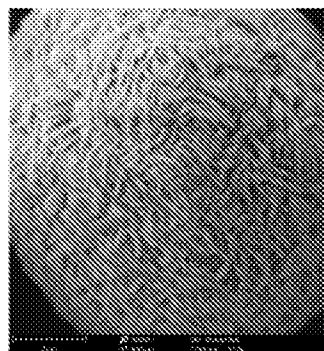


Fig. 1

ES 2 977 690 A2

DESCRIPCIÓN**MÉTODO PARA PREPARAR MATERIAL PRECURSOR DE CÁTODO TERNARIO
CON BAJO CONTENIDO EN AZUFRE Y ALTA ÁREA DE SUPERFICIE ESPECÍFICA****5 CAMPO TÉCNICO**

La presente divulgación se refiere al campo de materiales de baterías de iones de litio, en particular, a un método para preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido en azufre y una alta área de superficie específica.

10 ANTECEDENTES

En los últimos años, con el creciente aumento de la sociedad sobre cuestiones energéticas, se han desarrollado rápidamente diversos productos electrónicos de alta tecnología, y el desarrollo de materiales de almacenamiento de energía también ha entrado en un periodo de rápido desarrollo. En la actualidad, las baterías de iones de litio son las más
15 ampliamente usadas en el campo de la energía eléctrica y el almacenamiento de energía, y los materiales ternarios de níquel-cobalto-manganeso tienen la cuota de mercado más grande entre los materiales de cátodo de batería de iones de litio.

En la actualidad, los materiales ternarios de níquel-cobalto-manganeso en el mercado se producen en su mayor parte por medio de un método de precipitación conjunta, es decir,
20 se añaden un sulfato de metal, un precipitante y un agente complejante a un recipiente de reacción en paralelo, se cristalizan y precipitan en condiciones tecnológicas controladas, y después se lavan y se secan para obtener un polvo sólido de hidróxido. En este método de preparación, el uso de un sulfato como materia prima da como resultado que la concentración de radicales sulfato en el sistema de reacción sea demasiado alta y, durante la
25 precipitación, los radicales sulfato se adsorben sobre la superficie de partículas de precipitado y se enriquecen en el interior y sobre la superficie de un material precursor de cátodo ternario a medida que crecen las partículas, afectando de ese modo a las propiedades eléctricas del material ternario.

Para resolver este problema, un método de tratamiento convencional actual implica
30 lavado alcalino o lixiviación alcalina en una sección de procedimiento de lavado, sin embargo, esto solo puede reducir el azufre sobre la superficie del producto. La patente china CN 112582605 A da a conocer que, durante la precipitación, cuando las partículas crecen hasta un determinado tamaño de partícula, se detiene la alimentación, se lava el precipitado y

después se devuelven las partículas a un recipiente de reacción para su crecimiento adicional. Aunque esto puede retirar impurezas de azufre de diversas cubiertas por etapas, detener la alimentación reduce la eficiencia de producción, y solo pueden retirarse las impurezas en cubiertas esféricas con un radio específico, dando como resultado un enriquecimiento irregular de impurezas de azufre en las esferas. Las patentes chinas CN 110817975 A y CN 103342395 A dan a conocer que la concentración de radicales sulfato en el entorno de reacción se reduce sustituyendo la disolución madre en el procedimiento de reacción, para lograr el propósito de reducir las impurezas de azufre. Sin embargo, este método requiere mantener la estabilidad del entorno de reacción y complementar con precisión una materia prima de sulfato, un precipitante y un agente complejante; además, también se requiere un control preciso de parámetros tales como la temperatura de una disolución complementaria, el control es complicado y los requisitos de refinamiento son altos, y la dificultad de funcionamiento es grande; además, el procedimiento de complementación de líquido aumenta el consumo de agua por producto unitario y aumenta el coste de producción. La patente china CN 109279661 A da a conocer un método para añadir un aditivo y un tensioactivo durante la precipitación para reducir la energía de superficie del precipitado, para reducir la adsorción de impurezas de azufre por partículas de producto; sin embargo, el aditivo y el tensioactivo también pueden permanecer en el interior y sobre la superficie del producto, conduciendo a la introducción de nuevas impurezas.

Por tanto, el desarrollo de un método para preparar un material ternario de níquel-cobalto-manganeso que pueda reducir la introducción de impurezas de azufre a partir de la fuente, sin introducir otras nuevas impurezas ni reducir eficiencia de producción, es una cuestión de investigación importante en la actualidad.

SUMARIO

Un objetivo de la presente divulgación es proporcionar un método para preparar un material precursor de cátodo ternario con introducción reducida de impurezas de azufre con el fin de superar los inconvenientes anteriormente mencionados de la técnica anterior. El material precursor de cátodo ternario preparado mediante este método no solo tiene un contenido en azufre relativamente bajo sino además una alta área de superficie específica.

Para lograr el objetivo anterior, la solución técnica usada por la presente divulgación es: un método para preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido

en azufre y una alta área de superficie específica, que comprende las siguientes etapas:

S1. mezclar una disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos, una disolución de compuesto alcalino y un agente complejante a una razón deseada, y agitar la mezcla en un recipiente de reacción;

5 S2. concentrar el material en el recipiente de reacción usando un filtro continuo con un dispositivo de pulverización, en el que una disolución madre en el material se somete a filtración por succión a presión negativa para formar una torta de filtro, después se pulveriza una disolución de compuesto alcalino caliente en la torta de filtro por medio del dispositivo de pulverización, la torta de filtro entra en contacto con oxígeno y, finalmente,
10 se raspa la torta de filtro y se devuelve el material al recipiente de reacción para su crecimiento adicional; y

S3. después de que el material crezca hasta un tamaño de partícula deseado, detener la alimentación y someter el material a envejecimiento, lavar con agua, secar, tamizar y desmagnetizar para obtener el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en
15 azufre y alta área de superficie específica.

En la presente divulgación, el dispositivo de pulverización está instalado en el filtro continuo y el filtro continuo con el dispositivo de pulverización se usa para concentrar el material en el recipiente de reacción. Se retira una disolución madre por medio de filtración por succión a presión negativa en una sección delantera del filtro continuo, puede
20 oxidarse el material de manera uniforme de una manera controlada, se aumenta el área de contacto entre oxígeno y el material, mejorando de ese modo la eficiencia de oxidación y evitando la introducción de un oxidante en el recipiente de reacción introduciendo impurezas y provocando una oxidación no controlable. El área de superficie específica del material precursor de cátodo ternario se aumenta de manera uniforme y, durante la
25 sinterización del material ternario, los iones de litio entran más fácilmente en el interior de las partículas, ejerciendo por tanto una capacidad superior. En la etapa posterior, se pulveriza de manera uniforme un compuesto alcalino caliente sobre la torta de filtro por medio del dispositivo de pulverización que tiene la misma anchura que una correa de filtro, puede retirarse SO_4^{2-} sobre la superficie de las partículas de material y a una determinada
30 profundidad. Por medio de la filtración a presión negativa, puede recogerse el filtrado para su recirculación. Además, la atmósfera por encima de la torta de filtro se controla de tal manera que una determinada cantidad de oxígeno entra en contacto con la capa de torta de filtro de manera uniforme. Además, controlando la cantidad de oxidación, se aumenta la

superficie específica del precipitado.

En la presente divulgación, la pulverización se lleva a cabo durante el crecimiento del material, de tal manera que el material se lava con compuesto alcalino mientras está creciendo, lo cual supera el defecto de que el lavado alcalino caliente tradicional solo
5 puede retirar impurezas de azufre a partir de la superficie y la capa más externa hasta un alcance de 1-2 μm , reduciendo de ese modo la introducción de impurezas de azufre a partir de la fuente.

Preferiblemente, en la etapa S1, la disolución de sal soluble es una disolución de sulfato.

10 Más preferiblemente, en la etapa S1, la concentración iónica de los metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos en la disolución de sal soluble es de 1-3 mol/l.

Preferiblemente, en la etapa S1, la disolución de compuesto alcalino es una disolución de hidróxido de sodio o una disolución de hidróxido de potasio.

Más preferiblemente, en la etapa S1, la disolución de compuesto alcalino tiene una
15 concentración del 30-35%. Si la concentración de la disolución de compuesto alcalino es demasiado baja, aumentará el agua en la disolución, provocando que se reduzca la eficiencia de pulverización.

Preferiblemente, en la etapa S1, el agente complejante es amoníaco acuoso, hidrato de hidrazina o ácido etilendiaminatetraacético (EDTA).

20 Preferiblemente, en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto a la disolución de compuesto alcalino es de (66-200):(34-40).

Debe observarse que, en la presente divulgación, la razón en volumen de la disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto a la
25 disolución de compuesto alcalino se determina mediante la concentración iónica de los metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos y la concentración de disolución de compuesto alcalino, y la razón molar de los iones de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto a iones hidróxido en la disolución de compuesto alcalino es de 2:1.

30 Preferiblemente, en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto al agente complejante es de 100:5-10.

Debe observarse que, en la presente divulgación, la razón molar de los iones de

metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto a iones complejantes en el agente complejante es de 0,01:0,5.

Preferiblemente, en la etapa S1, el recipiente de reacción tiene una temperatura de 50-70°C.

5 Preferiblemente, en la etapa S1, la velocidad de agitación es de 200-500 rpm.

Preferiblemente, en la etapa S2, el grosor de la torta de filtro es < 10 cm. Si el grosor de la torta de filtro es demasiado grande, la eficiencia de una pulverización de compuesto alcalino caliente se verá afectada.

10 Preferiblemente, en la etapa S2, la velocidad de alimentación del material durante la concentración es de 8-12 m/h.

Preferiblemente, en la etapa S2, la concentración de oxígeno es del 15-25%.

Preferiblemente, en la etapa S3, el tamaño de partícula del material es de 10-15 µm.

15 Debe observarse que el tamaño de partícula del material se determina según requisitos experimentales y, en la presente divulgación, el tamaño de partícula del material es de 10-15 µm.

Preferiblemente, en la etapa S3, la disolución de compuesto alcalino caliente tiene una temperatura de 65-85°C, una concentración del 1-5% y una tasa de pulverización de 0,5-3 m²/h.

20 Los efectos beneficiosos de la presente divulgación se encuentran en que: la presente divulgación proporciona un método para preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido en azufre y una alta área de superficie específica, en el que usando el filtro continuo con el dispositivo de pulverización para concentrar el material de reacción, pueden retirarse de manera uniforme las impurezas de azufre en la etapa de reacción, el entorno del sistema de reacción y la eficiencia de producción casi no se ven
25 afectados y, además, no se introducirán nuevas impurezas. Retirando la disolución madre por medio de filtración por succión a presión negativa, puede oxidarse el material de manera uniforme de una manera controlada, y se aumenta de manera uniforme el área de superficie específica del material precursor de cátodo ternario, de modo que, durante la sinterización del material ternario, los iones de litio entran más fácilmente en el interior de
30 las partículas, ejerciendo por tanto una capacidad superior. La disolución de compuesto alcalino usada en la presente divulgación durante la pulverización puede recircularse y, además, no se requiere ningún lavado alcalino adicional para el lavado posterior del material precursor de cátodo ternario, reduciendo de ese modo el consumo de agua de

lavado y compuesto alcalino y la descarga de agua residual.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama esquemático funcional de cada parte del filtro continuo con el dispositivo de pulverización según la presente divulgación, en la que 1. árbol de transmisión de tela de filtro, 2. bandeja de filtro de disolución madre, 3. complemento de atmósfera, 4. pulverización de compuesto alcalino caliente, 5. medidor de presión parcial de oxígeno, 6. bandeja de filtro de disolución de compuesto alcalino, 7. cubierta exterior, 8. recuperación de disolución de compuesto alcalino, y 9. recuperación de disolución madre.

La figura 2 es una imagen de SEM del material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica del ejemplo 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

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

Ejemplo 1

Este ejemplo era un ejemplo del método para preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido en azufre y una alta área de superficie específica según la presente divulgación. El método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica de este ejemplo comprendía:

S1. añadir una disolución de sulfato 2 mol/l de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos, hidróxido de sodio al 32% y amoníaco acuoso al 20% a un recipiente de reacción en paralelo a una razón en volumen de 100:37:8, y agitar la mezcla a una velocidad de 300 rpm a una temperatura de 60°C;

S2. transportar el material que rebosó a partir del recipiente de reacción al filtro mostrado en la figura 1 por medio de una bomba, en el que se sometió la disolución madre en el material a filtración por succión a presión negativa, se ajustó una placa separadora para controlar el grosor de la torta de filtro para que fuera de 7 cm, la velocidad de alimentación era de 10 m/h, la concentración de oxígeno por encima de la torta de filtro era del 18%, la temperatura de compuesto alcalino caliente era de 80°C, la concentración de compuesto alcalino caliente era del 2%, y la tasa de pulverización de compuesto alcalino caliente era de 1 m³/h; y se transportó el material hasta un extremo del filtro, se raspó

mediante un raspador, se trituró mediante un par de rodillos y después se devolvió por debajo del nivel de líquido en el recipiente de reacción; y

- 5 S3. después de que el material en el recipiente de reacción creciera hasta 15 μm , se detuvo la alimentación y se sometió el material a lavado con agua en una centrífuga y a secado en una secadora de discos para obtener el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica.

Ejemplo 2

- 10 Las diferencias entre este ejemplo y el ejemplo 1 solo se encuentran en que: en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sulfato de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto al hidróxido de sodio con respecto al amoníaco acuoso era de 100:37:6; en la etapa S2, la concentración de oxígeno por encima de la torta de filtro era del 20%; y, en la etapa S3, después de que el material en el recipiente de reacción creciera hasta 10 μm , se detuvo la alimentación.

Ejemplo 3

- 15 La diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S1, la disolución de sulfato de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos tenía una concentración molar de 1 mol/l.

Ejemplo 4

- 20 La diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S1, la disolución de sulfato de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos tenía una concentración molar de 3 mol/l.

Ejemplo 5

- 25 La diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sulfato de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto al amoníaco acuoso era de 100:5.

Ejemplo 6

La diferencia entre este ejemplo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sulfato de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto al amoníaco acuoso era de 100:10.

30 Ejemplo comparativo 1

La diferencia entre este ejemplo comparativo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S2, no se usó ninguna pulverización de compuesto alcalino caliente.

Ejemplo comparativo 2

Las diferencias entre este ejemplo comparativo y el ejemplo 1 solo se encuentran en que: en la etapa S2, no se usó ninguna pulverización de compuesto alcalino caliente, y, en la etapa S3, se añadió lavado alcalino caliente en la etapa de lavar en una centrífuga.

Ejemplo comparativo 3

- 5 La diferencia entre este ejemplo comparativo y el ejemplo 1 solo se encuentra en que: en la etapa S2, en vez de introducir aire, se usó nitrógeno y se puso en contacto con la torta de filtro.

Ejemplo comparativo 4

- 10 Las diferencias entre este ejemplo comparativo y el ejemplo 1 se encuentran en que: en la etapa S2, el material en el recipiente de reacción rebosó a un concentrador microporoso general para su concentración, y, en la etapa S3, se añadió lavado alcalino caliente en la etapa de lavar en una centrífuga.

Ejemplo de efecto

- 15 Se midieron los contenidos en azufre de los materiales precursores de cátodo ternarios de los ejemplos 1-6 y los ejemplos comparativos 1-4 anteriores y se sometió a prueba el área de superficie específica por medio de un método de prueba de BET. Los resultados fueron tal como se muestran en la tabla 1 a continuación.

Tabla 1

N.º	Contenido en S (% en peso)	BET (m ² /g)
Ejemplo 1	0,035	16,7
Ejemplo 2	0,030	18,5
Ejemplo 3	0,032	17,2
Ejemplo 4	0,047	16,3
Ejemplo 5	0,038	17,6
Ejemplo 6	0,032	15,9
Ejemplo comparativo 1	0,280	14,3
Ejemplo comparativo 2	0,195	14,8
Ejemplo comparativo 3	0,055	10,2
Ejemplo comparativo 4	0,205	9,7

En los resultados tal como se muestran en la tabla 1, en los ejemplos 1-6, el uso de pulverización de disolución de compuesto alcalino caliente para retirar impurezas de azufre durante el procedimiento de crecimiento de material tuvo efectos de retirada de azufre notables, dio como resultado un contenido en azufre relativamente bajo y pudo retirar impurezas de azufre a partir de la fuente. Además, controlando el contenido en oxígeno por encima de la torta de filtro para oxidar el material, pudieron refinarse de manera evidente los triquitos, la morfología del material precursor de cátodo ternario era uniforme y se aumentó significativamente el área de superficie específica del material precursor de cátodo ternario. Mientras tanto, el ejemplo comparativo 1 tenía un contenido en azufre superior porque no se usó ninguna pulverización de compuesto alcalino caliente. En el ejemplo comparativo 2, aunque se usó un lavado alcalino caliente, se usó un lavado alcalino convencional en la etapa de lavado de la etapa S3, de modo que solo pudieron retirarse aproximadamente el 30% de las impurezas de azufre, provocando que el contenido en azufre fuera de hasta el 0,195%. En el ejemplo comparativo 3, el área de superficie específica del material precursor de cátodo ternario final fue inferior porque el material no se oxidó. En el ejemplo comparativo 4, dado que no se usó ninguna filtración por succión a presión negativa ni ninguna pulverización de compuesto alcalino caliente y se llevó a cabo un lavado alcalino convencional en la etapa de lavado de la etapa S3, el material precursor de cátodo ternario final tenía un contenido en azufre superior y también un área de superficie específica inferior.

En conclusión, el método para preparar un material precursor de cátodo ternario según la presente divulgación puede preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido en azufre y una alta área de superficie específica sin afectar a la eficiencia de producción, y reducir el consumo de agua y compuesto alcalino y la descarga de agua residual durante la preparación, teniendo por tanto ventajas de coste evidentes.

Finalmente, debe observarse que las realizaciones anteriores solo se usan para ilustrar la solución técnica de la presente divulgación, en vez de limitar el alcance de protección de la presente divulgación. Aunque la presente divulgación 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 equivalente sin alejarse de la esencia y el alcance de la solución técnica de la presente divulgación.

REIVINDICACIONES

1. Método para preparar un material precursor de cátodo ternario con un bajo contenido en azufre y una alta área de superficie específica, que comprende las siguientes etapas:

5 S1. mezclar una disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos, una disolución de compuesto alcalino y un agente complejante a una razón deseada, y agitar la mezcla en un recipiente de reacción;

10 S2. concentrar el material en el recipiente de reacción usando un filtro continuo con un dispositivo de pulverización, en el que una disolución madre en el material se somete a filtración por succión a presión negativa para formar una torta de filtro, después se pulveriza una disolución de compuesto alcalino caliente en la torta de filtro por medio del dispositivo de pulverización, la torta de filtro entra en contacto con oxígeno y, finalmente, se raspa la torta de filtro y se devuelve el material al recipiente de reacción para su crecimiento adicional; y

15 S3. después de que el material crezca hasta un tamaño de partícula deseado, detener la alimentación y someter el material a envejecimiento, lavar con agua, secar, tamizar y desmagnetizar para obtener el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica.

20 2. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la disolución de sal soluble es una disolución de sulfato.

25 3. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la concentración iónica de los metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos en la disolución de sal soluble es de 1-3 mol/l.

4. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la disolución de compuesto alcalino es una disolución de hidróxido de sodio o una disolución de hidróxido de potasio.

30 5. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la disolución de compuesto alcalino tiene una concentración del 30-35%.

6. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto a la disolución de compuesto alcalino es de (66-200):(34-40).

7. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, la razón en volumen de la disolución de sal soluble de metales de níquel, cobalto y manganeso mixtos con respecto al agente complejante es de 100:5-10.

8. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S1, el recipiente de reacción tiene una temperatura de 50-70°C y una velocidad de agitación de 200-500 rpm.

9. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S2, el grosor de la torta de filtro es < 10 cm.

10. Método para preparar el material precursor de cátodo ternario con bajo contenido en azufre y alta área de superficie específica según la reivindicación 1, en el que, en la etapa S3, la disolución de compuesto alcalino caliente tiene una temperatura de 65-85°C, una concentración del 1-5% y una tasa de pulverización de 0,5-3 m²/h.

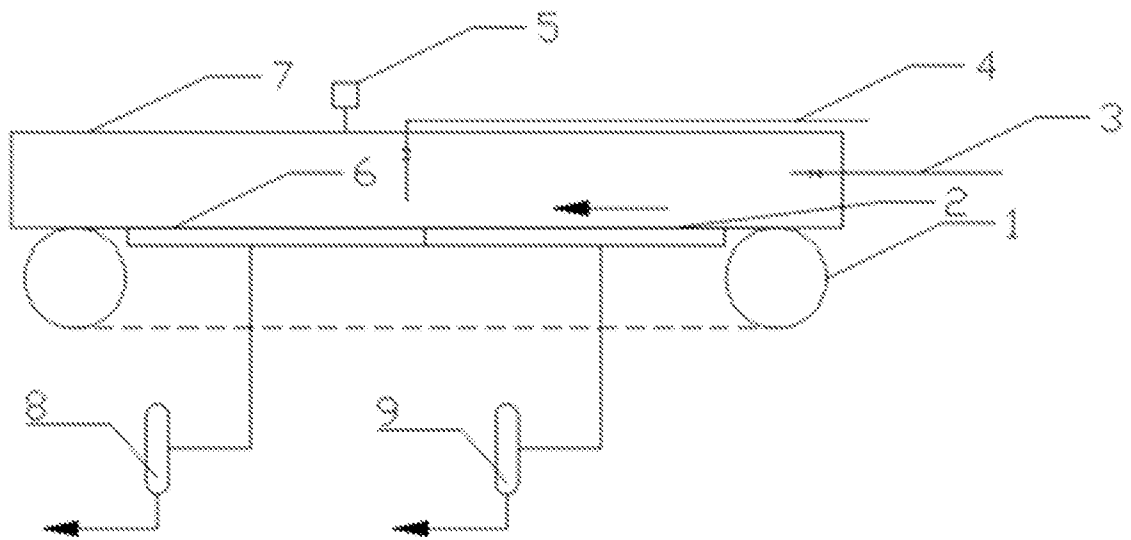


Fig. 1

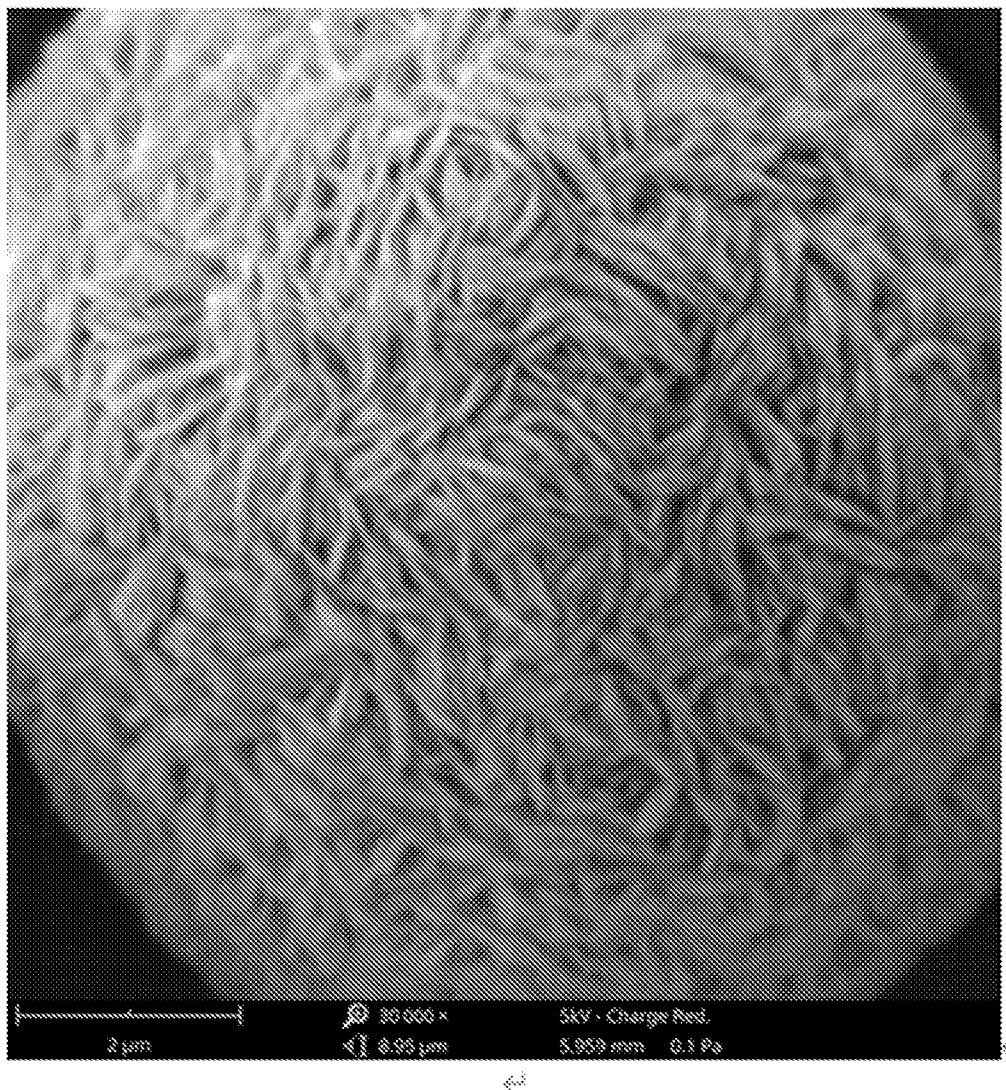


Fig. 2