

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 466**

21 Número de solicitud: 202390166

51 Int. Cl.:

H01M 4/02 (2006.01)

H01M 4/13 (2010.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

H01M 4/04 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

31.08.2022

30 Prioridad:

16.12.2021 CN 202111540231

43 Fecha de publicación de la solicitud:

24.01.2025

71 Solicitantes:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.33%)
No.6, Zhixin Avenue, Leping Town
Sanshui District
528137 Foshan, Guangdong CN;
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. (33.33%) y
YICHANG BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY
CO., LTD. (33.33%)**

72 Inventor/es:

**ZHONG, Yingsheng;
YU, Haijun;
XIE, Yinghao;
LI, Aixia;
LI, Bin y
LI, Changdong**

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **MATERIAL DE ELECTRODO POSITIVO DE IONES DE SODIO CON ALTO CONTENIDO DE NÍQUEL Y MÉTODO DE PREPARACIÓN DEL MISMO Y BATERÍA**

57 Resumen:

Material de electrodo positivo de iones de sodio con alto contenido de níquel y método de preparación del mismo y batería.

En la presente invención se divulga un material de electrodo positivo de iones de sodio con alto contenido de níquel y un método de preparación del mismo y una batería. La fórmula química del material de electrodo positivo de iones de sodio con alto contenido de níquel es $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$, en donde $a+b+c=1$; $0,5 \leq a < 1$; $0 < b \leq 0,25$; $a/b \geq 2,5$; $0 < c \leq 0,3$; $0 < t \leq 0,1$; $0 < f \leq 0,1$ y M es al menos uno de sodio, cobre, zinc, circonio o amonio. El material del electrodo positivo de iones de sodio con alto contenido de níquel tiene un buen rendimiento electroquímico y se facilita la aplicación del material del electrodo positivo de iones de sodio con alto contenido de níquel en baterías.

ES 2 994 466 A1

DESCRIPCIÓN**MATERIAL DE ELECTRODO POSITIVO DE IONES DE SODIO CON ALTO CONTENIDO DE NÍQUEL Y MÉTODO DE PREPARACIÓN DEL MISMO Y BATERÍA****CAMPO TÉCNICO**

5

La presente invención pertenece al campo técnico de materiales catódicos para baterías, y se refiere particularmente a un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y a un método de preparación del mismo y a una batería.

10 ANTECEDENTES

Las baterías de litio y sodio son populares en el mercado actual de vehículos eléctricos y baterías de almacenamiento de energía debido a su alta densidad de energía, así como a sus excelentes características de potencia y estabilidad.

15

Concretamente, los materiales catódicos con rápida velocidad de difusión de iones, materiales anódicos con pocos cambios estructurales y baja tensión son los aspectos más importantes para lograr las propiedades de las baterías de alta potencia y alto rendimiento. Aunque el sodio tiene la ventaja básica de un precio más bajo, la alta capacidad específica y el ciclo de vida reversible de las baterías de iones de sodio siguen siendo inferiores a los de las baterías de iones de litio porque las composiciones químicas y las estructuras cristalinas de los materiales catódicos son diferentes de las de las baterías de iones de litio. Una de las formas más prometedoras de resolver los problemas anteriores es desarrollar baterías de iones de sodio con alto contenido de níquel.

25

No obstante, las baterías de iones de sodio con alto contenido de níquel disponibles actualmente tienen deficiencias obvias, tal como el efecto desordenado de cationes como alto contenido de níquel y bajo manganeso y cobalto, lo que reduce la velocidad de difusión de los iones de sodio, lo que resulta en un rendimiento deficiente durante la descarga. Después de sinterizar y enfriar el material, el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la batería reacciona rápidamente a un entorno externo, reacciona fácilmente con H_2O y CO_2 en el medio ambiente para generar Na_2CO_3 y $NaOH$, y $NaOH$ se deshidrata para formar Na_2O . Na_2CO_3 , $NaOH$ y Na_2O formarán una capa de pasivación en la superficie del cátodo, dificultando aún más la difusión de los iones de sodio en una interfaz entre el material y el electrolito, aumentando la impedancia entre el material y el electrolito, y conduciendo fácilmente a la disminución del rendimiento electroquímico de la batería. Por consiguiente, esto limita en gran medida la aplicación potencial de los materiales catódicos de iones de

35

sodio.

SUMARIO

- 5 La presente invención tiene como objetivo resolver al menos uno de los problemas técnicos de la tecnología existente. Por consiguiente, la presente invención proporciona un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y un método de preparación del mismo y una batería. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tiene buenos rendimientos electroquímicos y es beneficioso para la aplicación del material catódico de iones
10 de sodio con alto contenido de níquel en una batería.

Los objetivos técnicos antes mencionados de la presente invención se logran mediante las siguientes soluciones técnicas.

- 15 Se proporciona un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel, una fórmula química del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel es $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot f\text{CNP-Al/tMVO}_x$, $a+b+c=1$; $0,5 \leq a < 1$; $0 < b \leq 0,25$; $a/b \geq 2,5$; $0 < c \leq 0,3$; $0 < t \leq 0,1$; $0 < f \leq 0,1$ y M es al menos uno de sodio, cobre, zinc, circonio o amonio.
- 20 Preferentemente, MVO_x es al menos uno de vanadato, metavanadato o pirovanadato.

- Más preferentemente, MVO_x es al menos uno de vanadato de sodio, metavanadato de sodio, pirovanadato de sodio, vanadato de cobre, metavanadato de cobre, pirovanadato de cobre, vanadato de zinc, metavanadato de zinc, pirovanadato de zinc, vanadato de circonio,
25 metavanadato de circonio, pirovanadato de circonio, vanadato de amonio, metavanadato de amonio o pirovanadato de amonio.

- Preferentemente, CNP-Al (nano aluminio de carbono) en $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot f\text{CNP-Al/tMVO}_x$ está compuesto de un nanopolvo de carbono, una fuente de aluminio y un agente dispersante. Una
30 relación de masa de la fuente de aluminio al nanopolvo de carbono es (0,1 a 30): (40 a 150).

- Preferentemente, CNP-Al se prepara mezclando el nanopolvo de carbono con el agente dispersante, mezclando después el mismo con la fuente de aluminio y tratando después la mezcla de 900 °C a 1.300 °C durante 3 horas a 12 horas bajo atmósfera protectora.

- 35 Preferentemente, CNP-Al contiene Al_4C_3 .

Preferentemente, la fuente de aluminio es al menos una de hidróxido de aluminio, acetato de aluminio, cloruro de aluminio, sulfato de aluminio, nitrato de aluminio o fluoruro de aluminio.

5 Preferentemente, el agente dispersante es al menos uno de polietilenglicol, celulosa metilada, ácido acrílico, silicato de sodio, metanol, etanol o propanol.

Preferentemente, un tamaño de partícula D50 de $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$ oscila entre $1 \mu\text{m}$ y $10 \mu\text{m}$.

10 Preferentemente, un tamaño de partícula $D_{\text{máx}}$ de $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$ oscila entre $30 \mu\text{m}$ y $100 \mu\text{m}$.

Preferentemente, una dureza (HB) de $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$ oscila entre 100 y 500.

15 Preferentemente, un área superficial específica BET de $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$ oscila entre $0,2 \text{ m}^2/\text{g}$ a $3 \text{ m}^2/\text{g}$.

Preferentemente, una densidad aparente de $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot \text{fCNP-Al/tMVO}_x$ oscila entre $2,5 \text{ m}^3/\text{g}$ a $4,5 \text{ m}^3/\text{g}$.

20 Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior, incluye las siguientes etapas de: mezclar una fuente de sodio y nanoaluminio de carbono con un material de níquel-cobalto-manganeso, secar y deshidratar el mismo, realizar una calcinación de primera etapa en la mezcla, recocer y después mezclar MVO_x en la mezcla
25 y realizar una calcinación de segunda etapa en la mezcla para obtener el material catódico.

Preferentemente, el método incluye además una etapa de remoción del sodio residual del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel para formar el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel recubierto con sal de sodio después
30 de la calcinación de segunda etapa.

Preferentemente, el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel después de la calcinación de segunda etapa se coloca en una solución de alcohol, agregar un removedor de sodio para su agitación y dejar reposar, después se somete a secado
35 hidrotérmico para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel revestido con sal de sodio.

Preferentemente, el eliminador de sodio es sulfato de amonio de 0,001 M a 0,2 M o bisulfato de amonio de 0,001 M a 0,2 M.

5 Preferentemente, una cantidad adicional del eliminador de sodio representa del 0,001 % en peso al 10 % en peso del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel.

Más preferentemente, la cantidad agregada del eliminador de sodio representa del 0,1 % en peso al 2 % en peso del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel.

10 Preferentemente, la fuente de sodio es al menos una de hidróxido de sodio, acetato de sodio, oxalato de sodio, fosfato de sodio o carbonato de sodio.

Preferentemente, el material de níquel-cobalto-manganeso se obtiene reciclando una batería ternaria de litio de desecho.

15 Preferentemente, un método para reciclar la batería ternaria de litio de desecho incluye: someter un material de cátodo ternario obtenido reciclando una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, remoción de aluminio, remoción y extracción de cobre para obtener una mezcla de níquel-cobalto-manganeso, medir una proporción de níquel-cobalto-manganeso en la mezcla de níquel-cobalto-manganeso, agregar un suplemento tal como el
20 agente dispersante mencionado anteriormente a la solución mixta de níquel-cobalto-manganeso, agitar completamente la solución para obtener una solución homogénea, manteniendo la temperatura constante, agregar un precipitante, agitar para precipitar completamente y dejar reposar para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.

25 Preferentemente, la mezcla de níquel-cobalto-manganeso es al menos una solución salina mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, una solución salina mixta de nitrato de níquel-cobalto-manganeso o una solución salina mixta de cloruro de níquel-cobalto-manganeso.

30 Preferentemente, el suplemento es al menos uno de sulfato de níquel, nitrato de níquel, sulfato de manganeso o nitrato de manganeso.

Preferentemente, el precipitante es al menos uno de ácido carbónico, dióxido de carbono, carbonato de sodio, carbonato de potasio, bicarbonato de sodio, carbonato de amonio,
35 bicarbonato de amonio o carbonato de litio.

Preferentemente, la calcinación de primera etapa se lleva a cabo entre 400 °C y 900 °C y dura

de 5 a 12 horas; la calcinación de segunda etapa se lleva a cabo entre 600 °C y 1000 °C y dura de 5 a 16 horas.

Una batería incluye el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel como se ha descrito anteriormente.

La presente invención tiene los efectos beneficiosos de que:

(1) El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente invención contiene MVO_x , de forma que el desorden de Na^+/Ni^{2+} puede suprimirse, se pueden superar los defectos estructurales del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel existente y se puede mejorar la conductividad de una interfaz níquel-electrolito; al mismo tiempo, el CNP-Al en el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente invención puede aumentar la dureza y la resistencia del material de cátodo de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente invención debido al Al_4C_3 y puede cooperar, al mismo tiempo, con MVO_x para mejorar los rendimientos electroquímicos del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel, lo cual es beneficioso para la aplicación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel en baterías.

(2) En el proceso de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente invención, se puede crear una capa de revestimiento multifuncional sobre una superficie del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel añadiendo el eliminador de sodio (sulfato de amonio/bisulfato de amonio), de modo que se puedan optimizar aún más las prestaciones del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel. Por un lado, el sulfato de amonio/bisulfato de amonio retira las sustancias alcalinas Na_2CO_3 , $NaOH$ y Na_2O residuales en una capa superior de la superficie del material, de forma que las sustancias alcalinas Na_2CO_3 , $NaOH$ y Na_2O retiradas se transforman en una capa de revestimiento de sal de sodio más estable; por otro lado, la capa de revestimiento de sal de sodio se transformará mejor directamente en una capa de revestimiento de sal de sodio que es beneficiosa para la conducción de Na^+ , mejorando así la estabilidad estructural del material y mejorando la transferencia de Na^+ en la interfaz, mejorando la difusión de iones de sodio en la interfaz entre el material y el electrolito, y aumentando una capacidad específica, para que el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenga una mejor estabilidad del ciclo, estabilidad de estructura de superficial y buen rendimiento electroquímico.

(3) El material de níquel-cobalto-manganeso usado en el proceso de fabricación del material

catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente invención se obtiene reciclando la batería ternaria de litio de desecho, convirtiendo así los desechos en tesoros y reduciendo efectivamente la contaminación ambiental.

5 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

la Figura 1 es un gráfico SEM de un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la Realización 1;

la Figura 2 es un gráfico TEM del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la Realización 1; y

la Figura 3 es un gráfico TEM de un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel del Ejemplo Comparativo 1.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

La presente invención se describirá con más detalle a continuación con referencia a las realizaciones específicas.

Realización 1:

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$.

Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

(1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregó sulfato de níquel de 0,011 M, sulfato de cobalto de 0,002 M y sulfato de manganeso de 0,012 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 40 ml de celulosa metilada para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de sodio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-

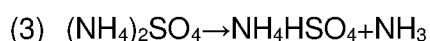
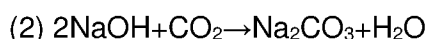
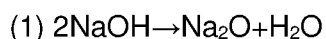
manganeso.

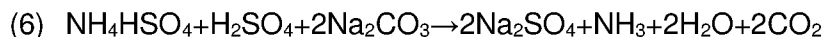
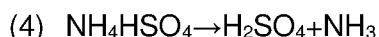
(2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 4 g de nanopulvo de carbono en 30 ml de polietilenglicol y se agregaron 75 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 940 °C durante 6 horas para obtener 5,5 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .

(3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$: se mezclaron, en molino de bolas, agitaron, secaron y deshidrataron 35 g de hidróxido de sodio, 46,17 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 4,7 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 540 °C durante 8 horas y después recocido, después se agregaron 2,4 g de NH_4VO_3 para la mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 740 °C durante 10 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$.

(4) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 55 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de bisulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$.

Un principio de formación del revestimiento de sal de sodio se mostró en las fórmulas de reacción (1) a (7): (1) a (2) mostraron óxido de sodio obtenido calentando y deshidratando hidróxido de sodio y carbonato de sodio obtenido haciendo reaccionar hidróxido de sodio con dióxido de carbono, (3) a (4) mostraron la reacción de descomposición del sulfato de amonio, y (5) a (7) mostraron fórmulas de reacción de bisulfato de amonio y ácido sulfúrico que reaccionaron respectivamente con hidróxido de sodio, óxido de sodio y carbonato de sodio para obtener sulfato de sodio, donde el bisulfato de amonio y el ácido sulfúrico se obtienen mediante la reacción de descomposición del sulfato de amonio.





5

Realización 2:

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,74}\text{Co}_{0,16}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,045\text{CNP-Al}/0.02\text{NH}_4\text{VO}_3$.

10

Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

- (1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregaron sulfato de cobalto de 0,09 M y sulfato de manganeso de 0,02 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 40 ml de celulosa metilada para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de sodio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.
- (2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 4 g de nanopolvo de carbono en 48 ml de polietilenglicol y se agregaron 80 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 940 °C durante 6 horas para obtener 5,4 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .
- (3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,74}\text{Co}_{0,16}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,045\text{CNP-Al}/0.02\text{NH}_4\text{VO}_3$: se mezclaron, en molino de bolas, agitaron, secaron y deshidrataron 51 g de hidróxido de sodio, 55,4 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 4,8 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 540 °C durante 8 horas y después recocido, después se agregaron 2,1 g de NH_4VO_3 para la mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 740 °C durante 10 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,74}\text{Co}_{0,16}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,045\text{CNP-Al}/0.02\text{NH}_4\text{VO}_3$.

(4) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 55 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de sulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio $\text{NaNi}_{0,74}\text{Co}_{0,16}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,045\text{CNP-Al}/0,02\text{NH}_4\text{VO}_3$.

Realización 3:

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}/0,015\text{NaVO}_3$.

Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

(1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregaron sulfato de cobalto de 0,143 M y sulfato de manganeso de 0,018 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 50 ml de ácido acrílico para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de amonio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.

(2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 6,5 g de nanopulvo de carbono en 50 ml de polietilenglicol y se agregaron 70 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 1.284 °C durante 6 horas para obtener 7,9 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .

(3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}/0,015\text{NaVO}_3$: se mezclaron, en

molino de bolas, secaron y deshidrataron 122,0 g de acetato de sodio, 60,1 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 6,8 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 590 °C durante 6 horas y después recocido, después se agregaron 2,7 g de NaVO_3 para la mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 680 °C durante 16 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}/0,015\text{NaVO}_3$.

(4) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 45 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de sulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}/0,015\text{NaVO}$.

Realización 4:

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,55}\text{Co}_{0,18}\text{Mn}_{0,27}\text{O}_2 \cdot 0,034\text{CNP-Al}/0,02\text{NaVO}_3$.

Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

(1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregaron sulfato de cobalto de 0,2 M y sulfato de manganeso de 0,25 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 50 ml de ácido acrílico para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de amonio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.

(2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 5,3 g de nanopulvo de carbono en 40 ml de polietilenglicol y se agregaron 60 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 1.284 °C durante 6 horas para obtener 6,4 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .

(3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,55}\text{Co}_{0,18}\text{Mn}_{0,27}\text{O}_2 \cdot 0,034\text{CNP-Al}/0,02\text{NaVO}_3$: se mezclaron, en molino de bolas, secaron y deshidrataron 98,8 g de acetato de sodio, 55,1 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 5,2 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 590 °C durante 6 horas y después recocido, después se agregaron 3,1 g de NaVO_3 para la mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 680 °C durante 16 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,55}\text{Co}_{0,18}\text{Mn}_{0,27}\text{O}_2 \cdot 0,034\text{CNP-Al}/0,02\text{NaVO}_3$.

(4) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 45 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de sulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio $\text{NaNi}_{0,55}\text{Co}_{0,18}\text{Mn}_{0,27}\text{O}_2 \cdot 0,034\text{CNP-Al}/0,02\text{NaVO}_3$.

Ejemplo Comparativo 1:

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$.

Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

(1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de

- níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregó sulfato de níquel de 0,011 M, sulfato de cobalto de 0,002 M y sulfato de manganeso de 0,012 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron
- 5 después 40 ml de celulosa metilada para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de sodio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.
- 10 (2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 4 g de nanopolvo de carbono en 30 ml de polietilenglicol y se agregaron 75 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 940 °C durante 6 horas para obtener 5,5 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .
- 15 (3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$: se mezclaron, en molino de bolas, agitaron, secaron y deshidrataron 35 g de hidróxido de sodio, 46,17 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 4,7 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 540 °C durante 8 horas y después recocido, después se agregaron 2,4 g de NH_4VO_3 para la
- 20 mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 740 °C durante 10 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,8}\text{Co}_{0,1}\text{Mn}_{0,1}\text{O}_2 \cdot 0,059\text{CNP-Al}/0,03\text{NH}_4\text{VO}_3$.

Ejemplo Comparativo 2:

- 25 Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}$.

- Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:
- 30

- (1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de
- 35 níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados,

se agregaron sulfato de cobalto de 0,143 M y sulfato de manganeso de 0,018 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 50 ml de ácido acrílico para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de sodio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar

5 durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.

(2) Preparación de CNP-Al: se dispersaron 6,5 g de nanopulvo de carbono en 50 ml de polietilenglicol y se agregaron 70 ml de solución de cloruro de aluminio 0,47 M para su mezcla, se envió la mezcla a un horno eléctrico y se introdujo Ar para tratar la mezcla a 1.284 °C

10 durante 6 horas para obtener 7,9 g de CNP-Al que contenían Al_4C_3 .

(3) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}$: se mezclaron, en molino de bolas, secaron y deshidrataron 122,0 g de acetato de sodio, 60,1 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1) y 6,8 g de CNP-Al preparado en la etapa (2), se enviaron

15 los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 590 °C durante 6 horas, recocido, y después la calcinación de segunda etapa a 680 °C durante 16 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}$.

(4) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 45 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de sulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio

25 $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 \cdot 0,037\text{CNP-Al}$.

30 **Ejemplo Comparativo 3:**

Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel tenía una fórmula química de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2 / 0.015\text{NaVO}_3$.

35 Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel anterior incluyó las siguientes etapas de:

(1) Preparación de un material de níquel-cobalto-manganeso: se sometió un material de cátodo ternario recuperado de una batería ternaria de litio de desecho a lixiviación ácida, se retiró el aluminio, se retiró y se extrajo el cobre para obtener una solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se determinó una relación molar (0,965: 0,12: 0,11) de níquel-cobalto-manganeso en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se colocaron 500 ml de la solución de sal mezclada en un vaso de precipitados, se agregaron sulfato de cobalto de 0,143 M y sulfato de manganeso de 0,018 M en la solución de sal mixta de sulfato de níquel-cobalto-manganeso, se agregaron después 50 ml de ácido acrílico para agitar lo suficiente, manteniendo la temperatura constante a 45 °C, se añadió carbonato de sodio y se agitó hasta completar la precipitación, y después se dejó reposar durante 3 horas para obtener el material de níquel-cobalto-manganeso.

(2) Sintetización de $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2/0.015\text{NaVO}_3$: se mezclaron, en molino de bolas, secaron y deshidrataron 122,0 g de acetato de sodio, y 60,1 g del material de níquel-cobalto-manganeso preparado en la etapa (1), se enviaron los mismos a un horno eléctrico para la calcinación de primera etapa a 590 °C durante 6 horas y después recocido, después se agregaron 2,7 g de NaVO_3 para la mezcla, en molino de bolas y calcinación de segunda etapa a 680 °C durante 16 horas para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2/0.015\text{NaVO}_3$.

(3) Remoción de sodio y revestimiento de sal de sodio: se colocaron 20 g del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel preparado en la etapa (3) en un vaso de precipitados que contenía 45 ml de polietilenglicol, se agregaron 25 ml de solución de sulfato de amonio 0,019 M, se agitó vigorosamente y después se dejó reposar, se retiró el líquido sobrenadante, se limpió y después colocó una capa inferior sólida en un dispositivo de calentamiento por microondas para el secado a 180 °C durante 42 minutos, después se realizó una deshidratación, desalcoholización y desaminación para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido de sal de sodio $\text{NaNi}_{0,68}\text{Co}_{0,23}\text{Mn}_{0,09}\text{O}_2/0.015\text{NaVO}_3$.

Experimento:

Los tamaños de partícula, dureza, BET y densidades aparentes del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de las Realizaciones 1 a 4 y de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se midieron respectivamente. Después, los materiales catódicos de iones de sodio con alto contenido de níquel de las Realizaciones 1 a 4 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se mezclaron con negro de acetileno y fluoruro de polivinilideno (PVDF) de acuerdo con

una relación de masa de 80: 15: 5 en un vaso de precipitados, y después una pequeña cantidad NMP se agregó y se trituró hasta obtener una suspensión. Después, la suspensión se revistió uniformemente sobre una lámina de aluminio mediante un recubridor con un espesor de 120 μm , se colocó en un horno de secado al vacío y se mantuvo a 100 °C durante 8 horas, y después se troqueló en una placa positiva con un diámetro de 16 mm (la masa de material activo era de aproximadamente 15 mg a 20 mg). Como electrolito se usó una solución orgánica de carbonato de etileno NaPF₆ de 1,2 M y como ánodo una lámina metálica de sodio, que se ensamblaron en una batería de botón CR2025 en una guantera llena de Ar. Se usó un probador de baterías BTS para probar el rendimiento de las baterías, donde una tensión de prueba osciló entre 2,5 V y 4,0 V, la densidad de corriente fue de 2 C y la velocidad de exploración fue de 0,1 mV/s. Los resultados de prueba se han mostrado en la Tabla 1.

Tabla 1: resultados de prueba

Muestra		Realización 1	Realización 2	Realización 3	Realización 4	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3
D_{50} (μm)		6,49	6,66	6,86	6,75	6,85	6,13	6,17
D_{max} (μm)		36,9	41,3	48,3	54,3	36,6	56,3	74,6
Dureza (HB)		124	121	124	128	96	94	87
BET (m^2/g)		0,74	0,96	0,87	0,94	0,71	0,67	0,64
Densidad aparente (m^3/g)		3,6	3,7	3,5	3,5	3,3	3,3	3,2
Capacidad de descarga específica ($\text{mAh}\cdot\text{g}^{-1}$)	Primera vez	164,3	165,1	164,7	161,9	153,3	156,3	157,9
	100 ^{ésima} vez	137,8	138,9	135	134,3	123,6	124,1	126,4
	150 ^{ésima} vez	124,5	126,7	127,3	127,9	113,2	114,3	116,3
Eficiencia de descarga/carga (%)	Primera vez	78,4	77,8	73,2	74,9	71,3	75,2	76,5
	100 ^{ésima} vez	89,4	91,5	87,7	92,7	82,6	84,8	85,3
	150 ^{ésima} vez	99,9	99,8	99,7	99,9	99,2	99,5	99,5

Al mismo tiempo, el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la

Realización 1 se sometió a una prueba SEM y a una prueba TEM. Los resultados de la prueba SEM se han mostrado en la Figura 1, los resultados de la prueba TEM se han mostrado en la Figura 2. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel del Ejemplo Comparativo 1 se sometió a una prueba TEM, y los resultados de prueba se muestran en la Figura 3.

Puede verse en la Tabla 1 que la primera capacidad de descarga específica de la batería de botón CR2025 hecha del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente solicitud puede alcanzar $161,9 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$ y superior, y la capacidad de descarga específica después de 150 ciclos sigue siendo $124,5 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$ y superior; la primera eficiencia de descarga/carga de la batería de botón CR2025 hecha del material de cátodo de iones de sodio con alto contenido de níquel de la presente solicitud puede alcanzar el 73,2 % y más, y la eficiencia de descarga/carga después de 150 ciclos puede alcanzar el 99,7 % y más.

Al mismo tiempo, comparando la Realización 1 y el Ejemplo Comparativo 1, se puede ver que cuando otras condiciones permanecen sin cambios, el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel no se somete finalmente a remoción de sodio residual, y el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel finalmente preparado tiene una capacidad de descarga específica y una eficiencia de descarga/carga deficientes, lo que empeora la estabilidad del ciclo del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel.

Comparando la Realización 3 y los Ejemplos Comparativos 2 a 3, se puede ver que cuando otras condiciones permanecen sin cambios y el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel no contiene MVO_x o CNP-Al , y la dureza del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel puede disminuir y la capacidad de descarga específica y la eficiencia de descarga/carga del mismo pueden empeorar.

Asimismo, se puede observar a partir de la Figura 1 que el tamaño del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel (Realización 1) es principalmente de $5 \mu\text{m}$ a $10 \mu\text{m}$, las partículas son relativamente compactas y los materiales catódicos de iones de sodio con alto contenido de níquel están menos dispersos.

Se puede observar en la Figura 2 que se proporciona una capa de revestimiento de 38 nm sobre la superficie del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de la Realización 1, lo que puede evitar defectos estructurales y mejorar el rendimiento

electroquímico. Se puede observar en la Figura 3 que el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel del Ejemplo Comparativo 1 tiene una superficie lisa sin una capa de revestimiento.

- 5 Las realizaciones anteriores son realizaciones preferidas de la presente invención, pero las realizaciones de la presente invención no se limitan a las realizaciones anteriores y cualquier otro cambio, modificación, sustitución, combinación y simplificación realizado sin apartarse del espíritu y alcance de la presente invención deben ser medios de reemplazo equivalentes y están incluidos en el alcance de protección de la presente invención.

10

REIVINDICACIONES

1. Un material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel, en donde una fórmula química del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel es
5 $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot f\text{CNP-Al/tMVO}_x$, $a+b+c=1$; $0,5 \leq a < 1$; $0 < b \leq 0,25$; $a/b \geq 2,5$; $0 < c \leq 0,3$; $0 < t \leq 0,1$; $0 < f \leq 0,1$ y M es al menos uno de sodio, cobre, zinc, circonio o amonio.
2. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 1, en donde MVO_x en $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot f\text{CNP-Al/tMVO}_x$ es al menos uno de
10 vanadato, metavanadato o pirovanadato.
3. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 1, en donde CNP-Al en $\text{NaNi}_a\text{Co}_b\text{Mn}_c\text{O}_2 \cdot f\text{CNP-Al/tMVO}_x$ está compuesto de un nanopolvo de carbono, una fuente de aluminio y un agente dispersante.
15
4. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 3, en donde CNP-Al se prepara mezclando el nanopolvo de carbono con el agente dispersante, mezclando después el mismo con la fuente de aluminio y tratando después la mezcla de 900 °C a 1.300 °C durante 3 horas a 12 horas bajo atmósfera protectora.
20
5. El material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 4, en donde CNP-Al contiene Al_4C_3 .
6. Un método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido
25 de níquel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende las siguientes etapas de: mezclar una fuente de sodio y nanoaluminio de carbono con un material de níquel-cobalto-manganeso, secar y deshidratar el mismo, realizar una calcinación de primera etapa en la mezcla, recocer y después mezclar MVO_x en la mezcla y realizar una calcinación de segunda etapa en la mezcla para obtener el material catódico.
30
7. El método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además una etapa de remoción del sodio residual del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel para formar el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel recubierto con sal
35 de sodio después de la calcinación de segunda etapa.

8. El método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con la reivindicación 7, en donde las etapas operativas de remoción del sodio residual comprenden: colocar el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel después de la calcinación de segunda etapa en una solución de alcohol, agregar un removedor de sodio para su agitación y dejar reposar, realizar después un secado hidrotérmico de la mezcla para obtener el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel y revestido con sal de sodio.
9. El método de preparación del material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en donde el material de níquel-cobalto-manganeso se obtiene reciclando una batería ternaria de litio de desecho.
10. Un batería, que comprende el material catódico de iones de sodio con alto contenido de níquel de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

15

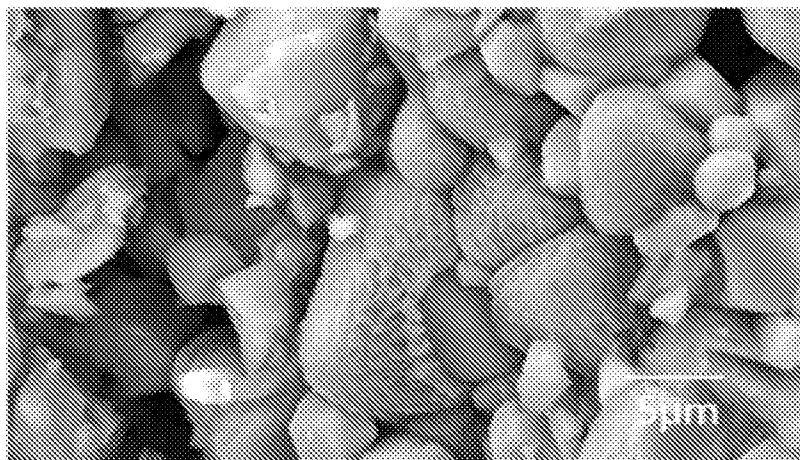


FIG. 1

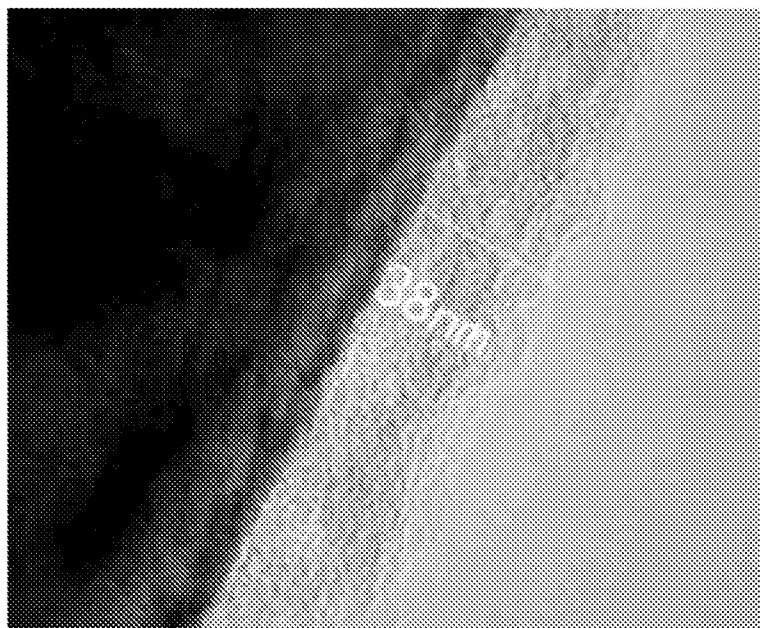


FIG. 2



FIG. 3



- ②¹ N.º solicitud: 202390166
②² Fecha de presentación de la solicitud: 31.08.2022
③² Fecha de prioridad: **16-12-2021**

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤¹ Int. cl.: Ver Hoja Adicional

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	CN 106684369 A (UNIV CHANGSHA SCIENCE & TECH) 17/05/2017, Página 2, líneas 4-8	1-10
A	CN 112928252 A (INST PROCESS ENG CAS) 08/06/2021, Página 2, líneas 29-32; líneas 45,46; Página 3, línea 6	1-10
A	CN 110233252 A (UNIV ZHEJIANG TECHNOLOGY) 13/09/2019, Página 1, líneas 29-34	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

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

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

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

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

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.01.2025

Examinador
V. Blázquez Parra

Página
1/2

CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

H01M4/13 (2010.01)

B82Y30/00 (2011.01)

H01M4/04 (2006.01)

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

H01M, B82Y

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

INVENES, EPODOC, XPESP, HCAPLUS, Internet