

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 307**

21 Número de solicitud: 202390197

51 Int. Cl.:

H01M 4/58 (2010.01)

C01B 25/45 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

28.07.2022

30 Prioridad:

15.10.2021 CN 202111201841

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.08.2024

71 Solicitantes:

**GUANGDONG BRUNP RECYCLING
TECHNOLOGY CO., LTD. (33.3%)
Block 2, 7 And 9, No.6, Zhixin Avenue, Leping
Town, Sanshui District
528137 Foshan, Guangdong CN;
HUNAN BRUNP RECYCLING TECHNOLOGY CO.,
LTD. (33.3%) y
HUNAN BRUNP EV RECYCLING CO., LTD.
(33.3%)**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **MATERIAL DE ELECTRODO POSITIVO DE FOSFATO FÉRRICO DE SODIO DEPOSITADO, Y
MÉTODO DE PREPARACIÓN PARA EL MISMO Y APLICACIÓN DEL MISMO**

57 Resumen:

Un material de electrodo positivo de fosfato de hierro
sódico depositado, cuya fórmula química es $\text{NaFePO}_4\text{-}$
 $\text{xB}_2\text{O}_3\text{@A}$, donde $x = 0,001\text{-}0,3$, A es al menos uno de
los nano óxidos de los elementos Zn, Fe, Cu, Ni, Mn,
Co, Cr, Ti, Al, Mo, Zr o Ag. Cuando una batería
preparada del material de electrodo positivo de fosfato
férrico de sodio depositado se carga y se descarga, la
distancia de difusión del ion de sodio es corta, y la tasa
de transmisión es alta. El material de electrodo positivo
de fosfato de férrico de sodio depositado comprende
óxido de boro y un nano óxido; el óxido de boro puede
reducir un grado de cambio de la estructura en el
proceso de carga/descarga del material de electrodo
positivo de fosfato férrico de sodio, se mejora la
conductividad del material de electrodo positivo de
fosfato férrico de sodio y se mejora el rendimiento
electroquímico. El nano óxido puede inhibir eficazmente
un efecto de lanzadera existente en el material de
electrodo positivo de fosfato férrico de sodio, y se
mejora el rendimiento del ciclo del material de electrodo
positivo de fosfato férrico de sodio.

ES 2 977 307 A2

DESCRIPCIÓN

Material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio depositado, y método de preparación para el mismo y aplicación del mismo

5

Campo de la invención

La presente divulgación se refiere al campo técnico de las baterías de iones de sodio, y específicamente a un material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición y a un método de preparación y aplicación del mismo.

10

Antecedentes de la invención

Los materiales de las baterías de iones de sodio y las baterías de iones de litio tienen estructuras similares. En comparación con las baterías de iones de litio, las baterías de iones de sodio tienen ventajas únicas en términos de recursos, seguridad y vida útil del ciclo. Por lo tanto, las baterías de iones de sodio serán una solución alternativa razonable a las baterías de iones de litio, especialmente en la aplicación de baterías no móviles, como estaciones de energía de almacenamiento de baterías, estaciones de carga de área de servicio, etc. Actualmente, no es un pequeño problema reemplazar el ion de litio con baterías de iones de sodio.

15

20

En vista de la gran masa y el radio de iones de sodio, el alto potencial estándar y la electronegatividad más baja, el voltaje de la batería de iones de sodio es más bajo que el de iones de litio correspondiente, lo que hace que la calidad y la densidad de energía de la batería de iones de sodio sean inferiores a la de la batería de iones de litio, que se convierte en un factor principal de restricción para reemplazar la batería de iones de litio. Una de las partes clave para mejorar el rendimiento de la batería de iones de sodio es el material de electrodo positivo, y el material de electrodo positivo es el elemento central que afecta directamente el rendimiento electroquímico de la batería de iones de sodio.

25

30

En la actualidad, entre los materiales investigados del electrodo de la batería de iones de sodio, la estructura del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio no es fácil cambiar. Durante la carga y descarga, la restricción de la estructura de red, la expansión y el colapso de la red tienen poca influencia en el proceso de desintercalación de iones de sodio. Por lo tanto, la batería tiene una mayor estabilidad y rendimiento de ciclo; al mismo tiempo, el

35

material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tiene una forma espacial regular específica, por lo que el efecto de aumentar la densidad de energía mediante el depósito de óxido es más obvio.

- 5 Por lo tanto, existe la necesidad urgente de proporcionar un método para la preparación de un material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición para proporcionar base y soporte técnico para la preparación de baterías de iones de sodio de alto rendimiento y la aplicación práctica de baterías de iones de sodio.

10 Breve descripción de la invención

La presente invención tiene como objetivo resolver al menos uno de los problemas técnicos existentes en la técnica anterior antes mencionada. Por esta razón, la presente invención propone un material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición y método de preparación y aplicación del mismo. El material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición tiene un buen rendimiento de reciclaje.

Para lograr los objetivos anteriores, la presente invención adopta las siguientes soluciones técnicas:

20

Un material de electrodo positivo de fosfato de sodio de hierro tipo deposición, que tiene una fórmula química de $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3\text{@A}$, $x=0,001\text{-}0,3$; el A es al menos uno de los nano óxidos del elemento Zn, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Cr, Ti, Al, Mo, Zr o Ag.

- 25 Un método para preparar un material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición, que comprende los siguientes pasos:

(1) mezclar la fuente de sodio, la fuente de fósforo, la fuente ferrosa, la fuente de boro y el agente complejante para la reacción, agregar álcali para ajustar el pH, realizar la separación sólido-líquido, y concentrar la fase líquida para obtener un gel;

30

(2) calentar y moler en molino de bolas el gel para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$, $x=0,001\text{-}0,3$;

- 35 (3) purgar el fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$ con A en forma de gas para obtener el fosfato férrico de sodio tipo deposición; el A es al menos uno de los nano óxidos del elemento

Zn, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Cr, Ti, Al, Mo, Zr o Ag.

Preferiblemente, en el paso (1), la fuente de sodio es por lo menos uno de hidróxido de sodio, formato de sodio, acetato de sodio, oxalato de sodio, fosfato de sodio, borato de sodio o citrato de sodio.

Preferiblemente, en el paso (1), la fuente de fósforo es al menos uno de ácido fosfórico, fosfato de sodio, fosfato de hierro, fosfato ferroso, fosfato de amonio, fosfato de dihidrógeno de amonio, fosfato de hierro o fosfato de hidrógeno de amonio.

Preferiblemente, en el paso (1), la fuente de boro es al menos una de óxido de boro, ácido bórico, borato de sodio o borato de hierro.

Preferiblemente, en el paso (1), la fuente ferrosa es al menos uno de hidróxido ferroso, fosfato ferroso, oxalato ferroso o acetato ferroso.

Preferiblemente, en el paso (1), el complejo en el agente complejante es al menos uno de ácido cítrico, ácido oxálico o ácido láctico.

Preferiblemente, en el paso (1), la relación molar de sodio, fosfato, hierro y boro en la fuente de sodio, fuente de fósforo, fuente ferrosa y fuente de boro es (0,01-110): (0,01-120): (0,01 - 110): (0,001-30).

Preferiblemente, en el paso (1), el porcentaje de masa del complejo en el agente complejante es 0,1-40 % en peso.

Preferiblemente, en el paso (2), el álcali es al menos uno de hidróxido de sodio, hidróxido ferroso y agua de amoníaco.

Preferiblemente, en el paso (2), una atmósfera del molino de bolas es una atmósfera inerte.

Además, preferiblemente, la atmósfera inerte es al menos una de argón, helio, neón o xenón.

Preferiblemente, en el paso (3), el flujo de aire de purga es de 30-200 ml/min.

Una batería, incluye el material de electrodo positivo de fosfato sódico de hierro tipo de

deposición.

En comparación con la técnica anterior, los efectos beneficiosos de la presente invención son los siguientes:

5

1. La batería preparada por el material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de la presente invención tiene una distancia corta de difusión de iones de sodio y una velocidad de transmisión más rápida durante la carga y descarga. Para el óxido de boro y los nano óxidos en el material de electrodo positivo del fosfato férrico de sodio del tipo deposición, el óxido de boro puede reducir el grado de cambios estructurales durante el proceso de carga y descarga, aumentar la conductividad de los materiales de electrodo positivo del fosfato férrico del sodio, y mejorar el funcionamiento electroquímico. Los nano óxidos pueden inhibir el efecto de lanzadera en los materiales de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio de manera efectiva y, en consecuencia, aumentar el rendimiento de reciclaje del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio.

15

2. Cuando el material de electrodo positivo $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$ preparado mediante la introducción de óxido de boro en el método de preparación de la presente invención se prepara en una batería, se obtiene una distancia corta de difusión de iones de sodio y una tasa de transmisión más rápida durante la carga y descarga de la batería. En la figura 2, se obtiene una película densa de aproximadamente 15 nm en la superficie del sustrato obtenido de $\text{NaFePO}_{4-3,86}\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$, lo que mejora la eficiencia coulombica del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio para estar cerca del 100 %.

20

3. La presente invención utiliza nano óxido para depositar fosfato férrico de sodio, esto se debe a que no solo el nano óxido tiene mayor conductividad y mayor estabilidad química, sino también algunos metales (como Al, Zn, Cu, Fe, Ti, etc.) tienen más reservas en comparación con el níquel, cobalto, manganeso, etc., y los nano óxidos preparados se preparan en grandes cantidades y no son tóxicos. Por lo tanto, tiene un papel positivo en la promoción de la mejora de los materiales de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio, que es beneficioso para la aplicación comercial de materiales de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio.

30

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es un diagrama de flujo del ejemplo 1 de la presente invención.

35

La Fig. 2 es una imagen TEM del fosfato férrico de sodio tipo deposición de ZnO preparada en el Ejemplo 1 de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

5

En adelante, el concepto de la presente invención y los efectos técnicos producidos se describirán clara y completamente en combinación con las realizaciones, a fin de comprender plenamente el propósito, las características y los efectos de la presente invención. Obviamente, las realizaciones descritas son solo una parte de las realizaciones de la presente invención, en lugar de todas ellas. Basándose en las realizaciones de la presente invención, otras obtenidas por los expertos en la técnica sin trabajo creativo pertenecen al ámbito de protección de la presente invención.

10

Ejemplo 1

15

La fórmula del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición en este ejemplo es $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$.

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de este ejemplo comprende los siguientes pasos específicos:

20

(1) Síntesis de gel: 65 g de hidróxido de sodio, 173 g de fosfato de dihidrógeno de amonio y 8,7 g de ácido bórico se disolvieron por separado y luego se mezclaron entre sí. Se añadieron 215,9 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico, ferroso y boro fue de 1,63:1,5:1,5:0,14, y se añadió 0,8L de solución de ácido cítrico al 5,17 % en peso. La temperatura se controló a unos 55 °C. Se añadió agua de amoníaco en forma de goteo y se agitó para controlar el pH a 8,38, y la mezcla se mezcló y envejeció durante 6 h 4 min. Se retiró el residuo y se obtuvo un gel.

25

(2) Tratamiento térmico: El gel se calentó bajo atmósfera de helio y a 530 °C durante 7 h 4 min, y luego se molió con el molino de bolas durante 8 h 26 min bajo atmósfera de helio para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3$.

30

Depósito de ZnO: 80 g de $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3$ se cargaron en el reactor de deposición. N_2 se llenó hasta el escape. La mezcla se calentó a 60 °C, se purgó con $\text{N}_2\text{-H}_2$ a 60 ml/min, y 0,97 g de nano-ZnO se cargó a través del helio. Después de reaccionar durante 57 minutos, el ZnO

35

sintetizado depositado $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3$ fue lavado, y secado a 80°C durante 2 h para obtener ZnO depositado $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$.

La Fig. 2 es una imagen TEM de $\text{NaFePO}_4\text{-}0,14\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$ preparada en el ejemplo 1 de la presente invención.

Ejemplo 2

La fórmula del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición en este ejemplo es $\text{NaFePO}_4\text{-}0,23\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$.

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de este ejemplo comprende los siguientes pasos específicos:

(1) Síntesis de gel: 88 g de hidróxido de sodio, 242 g de fosfato de dihidrógeno de amonio y 12,2 g de ácido bórico se disolvieron por separado y luego se mezclaron entre sí. Se añadieron 302,2 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico, ferroso y boro fue de 2,21: 2,1:2,1:0,23, y se añadió 1L de solución del ácido cítrico al 6,20 % en peso. La temperatura se controló a unos 55°C . Se añadió agua de amoníaco en forma de goteo y se agitó para controlar el pH a 8,37, y la mezcla se mezcló y envejeció durante 6 h 4 min. Se retiró el residuo y se obtuvo un gel.

(2) Tratamiento térmico: El gel se calentó bajo atmósfera de helio y 560°C durante 6 h 30 min, y luego se molió en molino de bolas durante 8 h 19 min bajo atmósfera de helio para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-}0,23\text{B}_2\text{O}_3$.

Depósito de ZnO: 80 g de $\text{NaFePO}_4\text{-}0,23\text{B}_2\text{O}_3$ se cargaron en el reactor de deposición. N_2 se llenó hasta el escape. La mezcla se calentó a 65°C , se purgó con $\text{N}_2\text{-H}_2$ a 75 ml/min, y 1,22 g de nano-ZnO se cargó a través del helio. Después de reaccionar durante 62 minutos, el ZnO sintetizado depositado $\text{NaFePO}_4\text{-}0,23\text{B}_2\text{O}_3$ fue lavado, y secado a 80°C durante 2 h para obtener ZnO depositado $\text{NaFePO}_4\text{-}0,23\text{B}_2\text{O}_3\text{@ZnO}$.

Ejemplo 3

La fórmula del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición en este ejemplo es $\text{NaFePO}_4\text{-}0,05\text{B}_2\text{O}_3\text{@CuO}$.

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de este ejemplo comprende los siguientes pasos específicos:

- 5 (1) Síntesis de gel: 27 g de citrato de sodio, 34 g de fosfato de dihidrógeno de amonio y 4,9 g de ácido bórico se disolvieron por separado y luego se mezclaron entre sí. se añadieron 43,2 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico, ferroso y boro fue de 0,315: 0,3: 0,3: 0,05, y se añadió 1L de solución de ácido cítrico al 4,03 % en peso. La temperatura se controló a unos 55 °C. Se añadió agua de amoníaco en forma de goteo y se agitó para controlar el pH a 8,72, y la mezcla se mezcló y envejeció durante 6 h 4 min. Se retiró el residuo y se obtuvo un gel.

- (2) Tratamiento térmico: El gel se calentó bajo atmósfera de helio y 480 ° C durante 8 h 44 min, y luego se molió con un molino de bolas durante 8 h 34 min bajo atmósfera de helio para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\cdot 0,05\text{B}_2\text{O}_3$.

- (3) Deposición de CuO: 100 g de $\text{NaFePO}_4\cdot 0,05\text{B}_2\text{O}_3$ se cargaron en el reactor de deposición. N_2 se llenó hasta el escape. La mezcla se calentó a 60 °C, se purgó con $\text{N}_2\text{-H}_2$ a 75 ml/min, y 0,79g de nano-CuO se cargó a través del helio. Después de reaccionar durante 61 minutos, el CuO sintetizado depositado $\text{NaFePO}_4\cdot 0,05\text{B}_2\text{O}_3$ fue lavado, y secado a 80 °C durante 2 h para obtener CuO depositado $\text{NaFePO}_4\cdot 0,05\text{B}_2\text{O}_3@ \text{CuO}$.

Ejemplo 4

- 25 La fórmula del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición en este ejemplo es $\text{NaFePO}_4\cdot 0,16\text{B}_2\text{O}_3@ \text{CuO}$.

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de este ejemplo comprende los siguientes pasos específicos:

- 30 (1) Síntesis de gel: 108 g de citrato de sodio, 138 g de fosfato de dihidrógeno de amonio y 15,7 g de ácido bórico se disolvieron por separado y luego se mezclaron. se añadieron 172 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico, ferroso y boro fue de 1,26: 1,2: 1,2: 0,16, y se añadió 1L de solución de ácido oxálico al 5,49 % en peso. La temperatura se controló a unos 60 °C. Se añadió agua de amoníaco en forma de goteo y se agitó para controlar el pH a 8,57, y la mezcla se mezcló y envejeció durante 6 h 4 min. Se

retiró el residuo y se obtuvo un gel.

(2) Tratamiento térmico: El gel se calentó bajo atmósfera de helio y 440 °C durante 10 h 12 min, y luego se molió con un molino de bolas durante 8 h 17 min bajo atmósfera de helio para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4 \cdot 0,16\text{B}_2\text{O}_3$.

(3) Deposición de CuO: 100 g de $\text{NaFePO}_4 \cdot 0,16\text{B}_2\text{O}_3$ se cargaron en el reactor de deposición. N_2 se llenó hasta el escape. La mezcla se calentó a 65 °C, se purgó con $\text{N}_2\text{-H}_2$ a 80 ml/min, y 1,27 g de nano-CuO se cargó a través del helio. Después de reaccionar durante 66 minutos, el CuO sintetizado depositado $\text{NaFePO}_4 \cdot 0,16\text{B}_2\text{O}_3$ fue lavado, y secado a 80 °C durante 2 h para obtener CuO depositado $\text{NaFePO}_4 \cdot 0,16\text{B}_2\text{O}_3 @ \text{CuO}$.

Ejemplo comparativo 1

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio de este ejemplo comparativo comprende los siguientes pasos específicos:

Es diferente del ejemplo 1 en que en el paso (1), 63 g de hidróxido de sodio y 173 g de fosfato de dihidrógeno de amonio se disolvieron por separado y luego se mezclaron entre sí. Se añadieron 215,9 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico y ferroso fue de 1,58:1,5: 1,5, y se añadió 0,8L de solución de ácido cítrico al 5,17 % en peso. El resultado final fue NaFePO_4 .

Ejemplo comparativo 2

El método de preparación del material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio de este ejemplo comparativo comprende los siguientes pasos específicos:

(1) Síntesis de gel: 65 g de hidróxido de sodio, 173 g de fosfato de dihidrógeno de amonio y 8,7 g de ácido bórico se disolvieron por separado y luego se mezclaron entre sí. se añadieron 215,9 g de oxalato ferroso de modo que la relación molar de sodio, ácido fosfórico, ferroso y boro fue de 1,63: 1,5:1,5:0,14, y se añadió 0,8L de solución de ácido cítrico al 5,17 % en peso. La temperatura se controló a unos 55 °C. Se añadió agua de amoníaco en forma de goteo y se agitó para controlar el pH a 8,38, y la mezcla se mezcló y envejeció durante 6 h 4 min. Se retiró el residuo y se obtuvo un gel.

(2) Tratamiento térmico: El gel se calentó bajo atmósfera de helio y 530 °C durante 7 h 17

min, y luego se molió con un molino de bolas durante 8 h bajo atmósfera de helio para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4 \cdot 0,14\text{B}_2\text{O}_3$.

Ejemplo de prueba:

5

El material de electrodo positivo, el agente conductor del negro de carbono y el politetrafluoroetileno en los Ejemplos 1-4 y los Ejemplos comparativos 1-2 se disolvieron en agua desionizada en una relación de masa de 80:15:5 para formar una suspensión, y luego la suspensión se recubre en un colector de corriente para prepararla en una pieza de poste.

- 10 La pieza del poste se secó en un horno de secado a 65 °C durante 8 h 36 min. Se utilizó una lámina de sodio como contra electrodo, 1,2 mol/L de NaClO_4 como electrolito y Celgard 2400 como diafragma. La batería fue montada en una guantera de vacío bajo una atmósfera de argón. El rendimiento del ciclo se probó con una estación de trabajo electroquímica. La densidad de corriente probada fue de $250 \text{ mA} \cdot \text{g}^{-1}$, el intervalo carga-descarga fue de 2,5-3,0
- 15 V, y la prueba se realizó a una tasa de 0,5 C.

Tabla 1 Datos de los ejemplos 1-4 y ejemplos comparativos 1-2

muestras	Capacidad de descarga específica ($\text{mAh} \cdot \text{g}^{-1}$)			eficiencia coulombica (%)		
	1°	100°	300°	1°	100°	300°
Ejemplo 1	114,5	92,2	77,2	62,4	93,9	99,9
Ejemplo 2	118,9	103,8	90,0	63,8	97,1	99,8
Ejemplo 3	115,4	95,6	81,2	60,9	91,0	99,9
Ejemplo 4	117,8	106,8	89,9	66,8	97,4	99,8
Ejemplo comparativo 1	90,6	76,8	65,4	55,9	85,9	99,6
Ejemplo comparativo 2	92,3	76,0	63,3	56,2	86,4	99,7

- 20 Se puede ver en la Tabla 1 que después de 300 ciclos, la eficiencia coulombica del Ejemplo 1 y Ejemplo 3 podría alcanzar 99,9, y la primera capacidad de descarga específica de los Ejemplos 1-4 es tan alta como $114,5 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$, $118,9 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$, $115,4 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ y $117,8 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$,

mientras que las capacidades de descarga específicas del Ejemplo Comparativo 1 y Ejemplo Comparativo 2 son $90,6 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$ y $92,3 \text{ mAh}\cdot\text{g}^{-1}$, que son mucho más pequeños que los de los ejemplos de la presente invención.

- 5 Las realizaciones de la presente invención se describen en detalle anteriormente con referencia a los dibujos que la acompañan. Sin embargo, la presente invención no se limita a las realizaciones antes mencionadas. Dentro del ámbito del conocimiento poseído por aquellos expertos en la técnica, se pueden hacer diversas modificaciones sin apartarse del propósito de la presente invención. Además, las realizaciones de la presente invención y las
- 10 características en las realizaciones se pueden combinar entre sí si no hay conflicto.

REIVINDICACIONES

1. Un material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición, donde el material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición tiene una fórmula química de $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3\text{@A}$, $x=0,001\text{-}0,3$; el A es al menos uno de los nano óxidos del elemento Zn, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Cr, Ti, Al, Mo, Zr o Ag.
2. Un método para preparar el material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de acuerdo con la reivindicación 1, donde comprende los siguientes pasos:
 - (1) mezclar la fuente de sodio, la fuente de fósforo, la fuente ferrosa, la fuente de boro y el agente complejante para la reacción, agregar álcali para ajustar el pH, realizar la separación sólido-líquido, y concentrar la fase líquida para obtener un gel;
 - (2) calentar y moler en molino de bolas el gel para obtener fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$, $x=0,001\text{-}0,3$;
 - (3) purgar el fosfato férrico de sodio $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$ con A en forma de gas para obtener el fosfato férrico de sodio tipo deposición; el A es al menos uno de los nano óxidos del elemento Zn, Fe, Cu, Ni, Mn, Co, Cr, Ti, Al, Mo, Zr o Ag.
3. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), la fuente de sodio es al menos uno de hidróxido de sodio, formato de sodio, acetato de sodio, oxalato de sodio, fosfato de sodio, borato de sodio o citrato de sodio.
4. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), la fuente de fósforo es al menos uno de ácido fosfórico, fosfato de sodio, fosfato de hierro, fosfato ferroso, fosfato de amonio, fosfato de dihidrógeno de amonio, fosfato de hierro o fosfato de hidrógeno diamónico.
5. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), la fuente de boro es al menos uno de óxido de boro, ácido bórico, borato de sodio o borato de hierro.
6. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), la fuente ferrosa es al menos uno de hidróxido ferroso, fosfato ferroso, oxalato ferroso, o acetato ferroso.

7. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), una relación molar de sodio, fosfato, hierro y boro en la fuente de sodio, fuente de fósforo, fuente ferrosa y fuente de boro es (0,01-110): (0,01-120): (0,01-110): (0,001-30).
- 5 8. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (1), el complejo en el agente complejante es al menos uno de ácido cítrico, ácido oxálico o ácido láctico.
9. El método de preparación de acuerdo con la reivindicación 2, donde en el paso (3), la
10 cantidad de carga de A es 0,0001-0,1 de la masa de $\text{NaFePO}_4\text{-xB}_2\text{O}_3$.
10. Una batería, que comprende el material de electrodo positivo de fosfato férrico de sodio tipo deposición de acuerdo con la reivindicación 1.

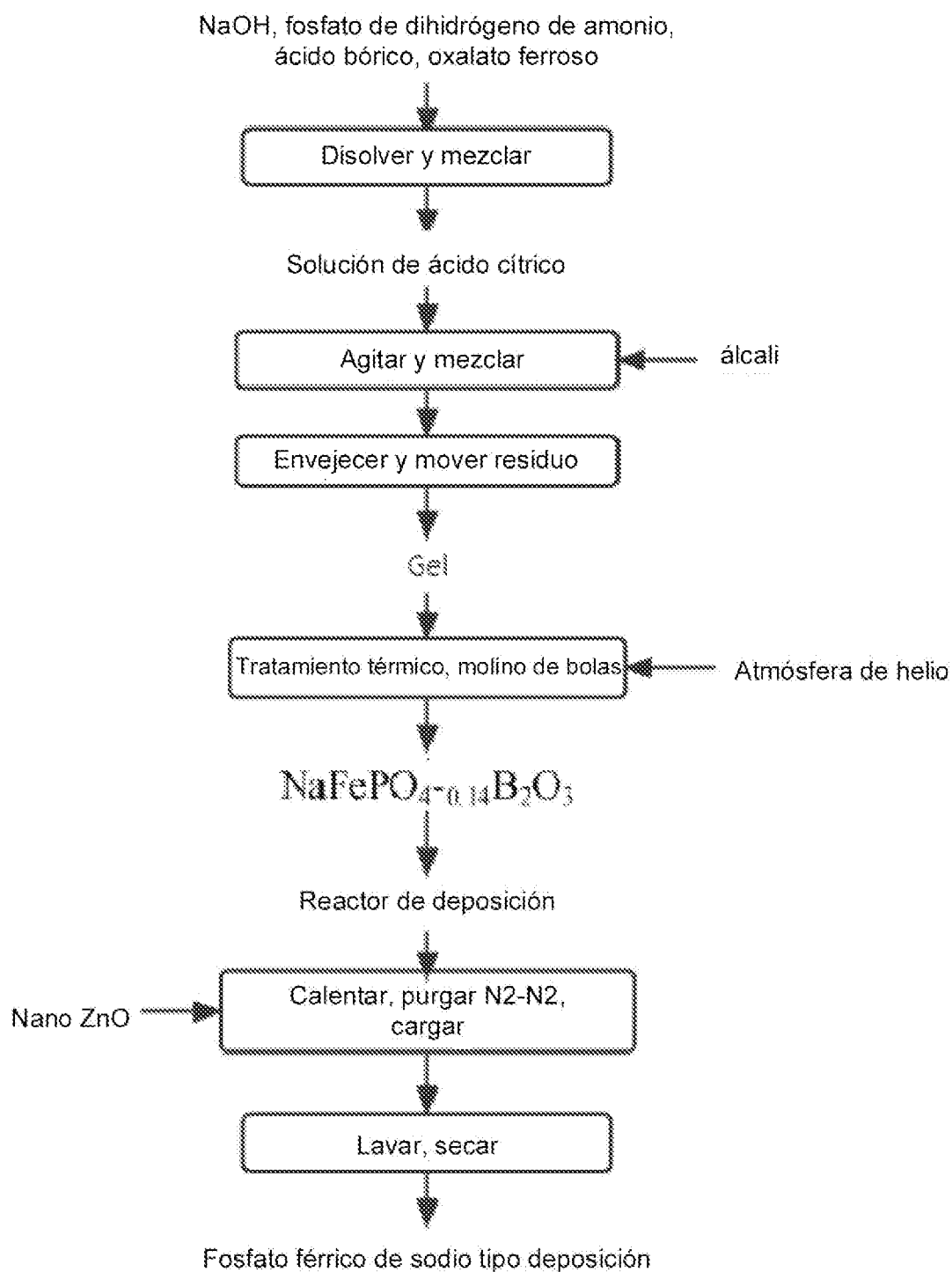


FIGURA 1

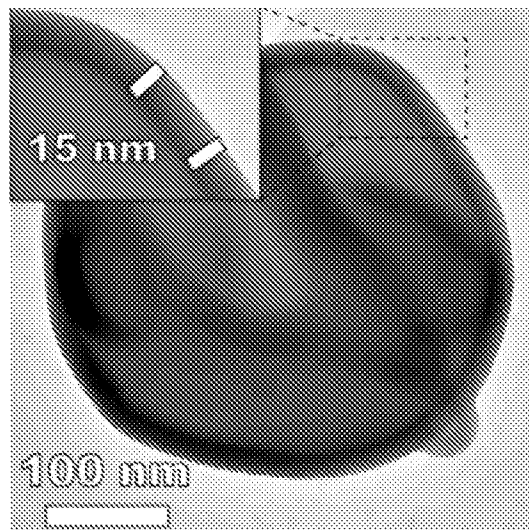


FIGURA 2