

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 951 830**

51 Int. Cl.:

H01M 10/052 (2010.01)
H01M 4/38 (2006.01)
H01M 50/403 (2011.01)
H01M 50/414 (2011.01)
H01M 50/417 (2011.01)
H01M 50/457 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.02.2019** **PCT/KR2019/001977**
87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2019** **WO19160393**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.02.2019** **E 19754162 (6)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.06.2023** **EP 3624226**

54 Título: **Separador para batería de litio-azufre, método de fabricación del mismo y batería de litio-azufre que comprende el mismo**

30 Prioridad:

19.02.2018 KR 20180019149

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.10.2023

73 Titular/es:

LG ENERGY SOLUTION, LTD. (100.0%)
Tower 1, 108, Yeoui-daero Yeongdeungpo-gu
Seoul 07335, KR

72 Inventor/es:

KIM, SUNJIN y
YANG, DOO KYUNG

74 Agente/Representante:

BERTRÁN VALLS, Silvia

ES 2 951 830 T3

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

DESCRIPCIÓN

Separador para batería de litio-azufre, método de fabricación del mismo y batería de litio-azufre que comprende el mismo

Campo técnico

La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad basándose en la solicitud de patente coreana n.º 10-2018-0019149, presentada el 19 de febrero de 2018.

La presente invención se refiere a un separador para una batería de litio-azufre, a un método para preparar el mismo y a una batería de litio-azufre que comprende el mismo.

Antecedentes de la técnica

Dado que los productos electrónicos, los dispositivos electrónicos, los dispositivos de comunicación y similares se han vuelto rápidamente más pequeños y livianos recientemente, y la necesidad de vehículos eléctricos ha surgido en gran medida debido a los problemas ambientales, las demandas para mejorar el rendimiento de las baterías secundarias usadas como fuente de energía de estos productos han aumentado considerablemente. Entre estas, las baterías secundarias de litio han recibido una atención considerable como batería de alto rendimiento debido a su alta densidad de energía y alto potencial de electrodo convencional.

En particular, las baterías de litio-azufre (Li-S) son una batería secundaria que usa un material de la serie de azufre que tiene enlaces azufre-azufre (S-S) como material activo de electrodo positivo y que usa metal de litio como material activo de electrodo negativo. El azufre, un material principal de un material activo de electrodo positivo, tiene las ventajas de ser muy abundante en recursos, no tener toxicidad y tener un bajo peso atómico. Además, una batería de litio-azufre tiene una capacidad de descarga teórica de 1.675 mAh/g de azufre y una densidad de energía teórica de 2.600 Wh/kg, que es muy alta en comparación con la densidad de energía teórica de otros sistemas de baterías (batería de Ni-MH: 450 Wh /kg, batería de Li-FeS: 480 Wh/kg, batería de Li-MnO₂: 1000 Wh/kg, batería de Na-S: 800 Wh/kg) actualmente estudiada y, por tanto, se sabe que es la batería más prometedora entre las baterías que se han desarrollado hasta ahora.

Durante una reacción de descarga de una batería de litio-azufre, se produce una reacción de oxidación de litio en un electrodo negativo (ánodo) y una reacción de reducción de azufre en un electrodo positivo (cátodo). La batería de litio-azufre produce polisulfuro de litio (Li₂S_x, x= de 4 a 8) durante la descarga, y este se eluye continuamente durante la descarga debido a la alta solubilidad de un electrolito orgánico, lo que provoca una rápida disminución de la capacidad en un electrodo positivo y produce Li₂ y Li₂S₂ insolubles en un electrodo negativo que provoca el problema de acumularse en la superficie del electrodo negativo y la interfaz con un separador, y similares. Además, el polisulfuro de litio provoca una reacción de lanzadera durante un proceso de carga, lo que reduce significativamente la eficiencia de carga y descarga.

Con el fin de resolver tales problemas, se han propuesto métodos para añadir un aditivo que tenga una propiedad de adsorción de azufre, sin embargo, se ha producido un problema de deterioro, que produce nuevas reacciones adicionales en el lado de la batería. Además, se han propuesto métodos para añadir un calcogenuro metálico, alúmina o similares o recubrir la superficie con oxicarbonato y similares para retrasar la salida de un material activo de electrodo positivo, es decir, azufre, sin embargo, tales métodos o bien tienen el azufre perdido durante un procedimiento de tratamiento o bien son complicados, y también limitan la cantidad de azufre, un material activo, a introducir (es decir, la cantidad de carga).

Por consiguiente, los problemas del polisulfuro de litio se reconocen como un tema prioritario en este campo para la comercialización de una batería de litio-azufre.

Documentos de la técnica anterior**Documento de patente**

Publicación abierta a consulta por el público de solicitud de patente coreana n.º 10-2013-0141234

Divulgación**Problema técnico**

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas de las tecnologías existentes tal como se indicó anteriormente, y un aspecto de la presente invención proporciona un separador para una batería de litio-azufre capaz de resolver los problemas provocados por el polisulfuro de litio y un método para prepararlo.

Otro aspecto de la presente invención proporciona una batería de litio-azufre que tiene propiedades mejoradas de eficiencia de carga y descarga y vida útil al estar provista del separador.

Solución técnica

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un separador para una batería de litio-azufre que comprende una base de separador; y una capa de recubrimiento presente sobre una o más superficies de la base de separador, en el que la capa de recubrimiento comprende una unidad estructural (A) derivada de uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico; y una unidad estructural (B) derivada de la dopamina, y en el que la capa de recubrimiento comprende un grupo aniónico de ácido sulfónico.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un método para preparar un separador para una batería de litio-azufre que comprende:

preparar una composición de recubrimiento que comprende:

(a) uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico; y (b) dopamina; y

recubrir la composición de recubrimiento sobre una o más superficies de una base de separador.

Según todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona una batería de litio-azufre que comprende un electrodo positivo; un electrodo negativo; un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y un electrolito, en el que el separador es el separador de la presente invención.

Efectos ventajosos

Un separador para una batería de litio-azufre de la presente invención proporciona un efecto de resolución de problemas provocados por polisulfuro de litio mediante la introducción de un grupo de anión de ácido sulfónico (SO_3^-) en la superficie del separador para dar una carga negativa.

Además, la presente invención proporciona un método para preparar un separador para una batería de litio-azufre capaz de introducir fácilmente un grupo aniónico de ácido sulfónico (SO_3^-) en la superficie del separador.

Además, la presente invención proporciona una batería de litio-azufre que tiene propiedades mejoradas de eficiencia de carga y descarga y vida útil al estar provista del separador.

Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal que ilustra miméticamente una estructura de un separador para una batería de litio-azufre según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra miméticamente un mecanismo de trabajo de un separador para una batería de litio-azufre según una realización de la presente invención.

La figura 3 es un gráfico que muestra las propiedades de vida útil de las baterías de litio-azufre fabricadas en los ejemplos 7 y 8 y el ejemplo comparativo 2.

La figura 4 es un gráfico que muestra las propiedades de vida útil de las baterías de litio-azufre fabricadas en el ejemplo 9 y el ejemplo comparativo 2.

La figura 5 es un gráfico que muestra las propiedades de vida útil de las baterías de litio-azufre fabricadas en el ejemplo 10 y el ejemplo comparativo 2.

La figura 6 es un gráfico que muestra las propiedades de vida útil de las baterías de litio-azufre fabricadas en los ejemplos 11 y 12 y el ejemplo comparativo 2.

Mejor modo

A continuación en el presente documento, la presente invención se describirá con detalle.

La presente invención se refiere a un separador para batería de litio-azufre que comprende una base de separador; y una capa de recubrimiento presente sobre una o más superficies de la base de separador, en el que la capa de recubrimiento comprende una unidad estructural (A) derivada de uno o más compuestos que comprenden (i) uno o

más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico; y una unidad estructural (B) derivada de la dopamina, y

en el que la capa de recubrimiento comprende un grupo aniónico de ácido sulfónico.

Tal como se ilustra en la figura 1, el separador para una batería de litio-azufre de la presente invención tiene una capa de recubrimiento formada que comprende polidopamina y un grupo aniónico de ácido sulfónico ($-\text{SO}_3^-$) sobre la superficie.

Dado que la capa de recubrimiento está cargada negativamente, empuja y, por tanto, bloquea el polisulfuro soluble cargado negativamente generado en un electrodo positivo y que se mueve hacia un electrodo negativo por una fuerza repulsiva, tal como se ilustra en la figura 2. Por tanto, se resuelven los problemas provocados por el polisulfuro.

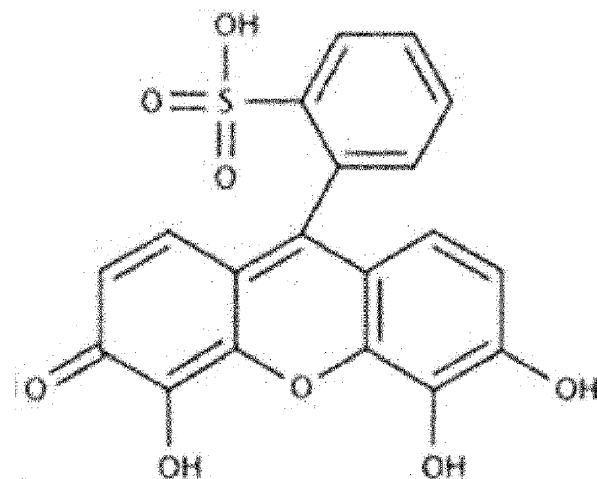
En la capa de recubrimiento, la razón del número molar total de la unidad estructural (A) con respecto al número molar de la unidad estructural (B) puede ser de desde 1:0,1 hasta 5, más preferiblemente de desde 1:0,5 hasta 2, e incluso más preferiblemente de desde 1:0,7 hasta 1,3.

La capa de recubrimiento puede formarse mediante polimerización a través de una reacción de oxidación entre el grupo catecol o pirogalol comprendido en la unidad estructural (A) y el grupo catecol comprendido en la unidad estructural (B).

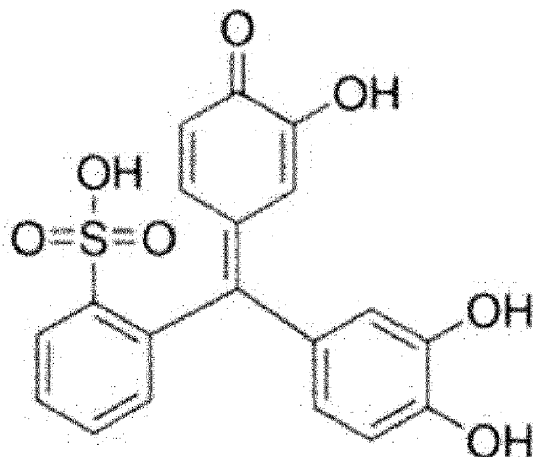
El uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico pueden seleccionarse del grupo que consiste en, por ejemplo, rojo de pirogalol, violeta de pirocatecol, ácido catecol-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 3,4-dihidroxibencenosulfónico, ácido 2,3-dihidroxinaftaleno-6-sulfónico y similares, pero no se limitan a los mismos.

Las estructuras del rojo de pirogalol y del violeta de pirocatecol están representadas por las siguientes fórmulas químicas 1 y 2, respectivamente:

[Fórmula química 1]



[Fórmula química 2]



- La base de separador no está particularmente limitada, y las conocidas en la técnica pueden usarse sin límite. Por ejemplo, pueden usarse películas formadas con uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en poliolefina, poliéster tal como poli(tereftalato de etileno), poli(tereftalato de butileno), poliacetal, poliamida, policarbonato, poliimida, polieteretercetona, polietersulfona, poli(óxido de fenileno), poli(sulfuro de fenileno), poli(naftaleno de etileno) y similares.
- La presente invención también se relaciona con un método para preparar un separador para una batería de litio-azufre que comprende:
- preparar una composición de recubrimiento que comprende:
- (a) uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico; y
 - (b) dopamina; y
- recubrir la composición de recubrimiento sobre una o más superficies de una base de separador.
- En cuanto al método de preparación, pueden aplicarse todas las descripciones sobre el separador para una batería de litio-azufre proporcionadas anteriormente.
- En la composición de recubrimiento, la razón del número molar total de (a) con respecto al número molar de (b) puede ser de desde 1:0,1 hasta 5, más preferiblemente de desde 1:0,5 hasta 2, e incluso más preferiblemente de desde 1:0,7 hasta 1.3.
- La composición de recubrimiento puede incluir además un disolvente y, en este caso, la concentración molar total de (a) puede ser de desde 1 mM hasta 500 mM.
- Como disolvente pueden usarse aquellos capaces de disolver los componentes mencionados anteriormente, y específicamente, uno o más seleccionados de una disolución tampón; un alcohol C1 a C5 tal como metanol o etanol; puede usarse agua y similares. Como agua, puede usarse preferiblemente agua destilada.
- El disolvente puede tener un pH de 8 a 10 para la polimerización de la dopamina.
- La disolución tampón puede prepararse usando, por ejemplo, tris HCl y/o base tris. La disolución tampón puede tener su pH ajustado a de 8 a 10 y, sin limitarse a ello, puede tener su pH ajustado a un pH en el que la dopamina sea capaz de producir una reacción de polimerización por autooxidación. A medida que la concentración de la disolución tampón y el pH son mayores, la tasa de recubrimiento y/o el grosor del recubrimiento pueden aumentar. Por ejemplo, la disolución de la mezcla puede tener una concentración de 1 mM a 20 mM y un pH de 8,5.
- En cuanto al disolvente, la concentración molar total de cada uno de los componentes distintos del agua puede ser de desde 1 mM hasta 1 M.
- La composición de recubrimiento puede incluir además un oxidante para facilitar la oxidación. Como oxidante, pueden usarse sin límite los conocidos en la técnica y, por ejemplo, NaIO_4 , puede usarse piperidina y similares.

La composición de recubrimiento puede prepararse mezclando (a) y (b).

El método de recubrimiento no está particularmente limitado y pueden usarse métodos conocidos en la técnica.

5 Cuando el recubrimiento se realiza por inmersión, el tiempo de inmersión de la base de separador puede ser de desde 5 minutos hasta 60 minutos y más preferiblemente de desde 15 minutos hasta 30 minutos cuando se usa rojo de pirogalol.

10 Cuando se usa violeta de pirocatecol, el tiempo de inmersión de la base de separador puede ser de desde 0,5 horas hasta 8 horas y más preferiblemente de desde 50 minutos hasta 120 minutos.

El tiempo de inmersión en la presente invención puede acortarse mediante la adición del oxidante.

15 El rojo de pirogalol tiene una alta velocidad de reacción, y cuando el recubrimiento se realiza durante un largo periodo de tiempo fuera del intervalo de tiempo de recubrimiento mencionado anteriormente, el rendimiento puede disminuir.

20 Mientras tanto, en violeta de pirocatecol, el grupo funcional catecol tiene una velocidad de reacción más baja que el grupo funcional galol y, por tanto, el recubrimiento debe realizarse durante un periodo de tiempo relativamente largo, y cuando el recubrimiento se realiza durante un periodo de tiempo más corto que el intervalo descrito anteriormente, el rendimiento disminuye.

25 La presente invención también se refiere a una batería de litio-azufre que incluye un electrodo positivo; un electrodo negativo; un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y un electrolito, en el que el separador es el separador de la presente invención descrito anteriormente.

30 A continuación en el presente documento, se describirán las constituciones de la batería de litio-azufre de la presente invención. Las siguientes constituciones de batería de litio-azufre se describen como un ejemplo para implementar la presente invención y no limitan la presente invención.

35 Como electrodo positivo de la presente invención, pueden usarse los conocidos en la técnica. Particularmente, puede usarse preferiblemente un material compuesto de azufre y carbono.

40 Como electrodo negativo de la batería de la presente invención, pueden usarse sin límite electrodos negativos conocidos en la técnica como electrodo negativo que incluyen litio metálico o una aleación de litio como material activo de electrodo negativo.

45 Como aleación de litio como material activo del electrodo negativo, pueden usarse aleaciones de litio y metales seleccionados del grupo que consiste en Na, K, Rb, Cs, Fr, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra, Al, Sn y similares.

50 Como separador previsto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo, puede usarse el separador de la presente invención.

55 Como electrolito, pueden usarse los conocidos en la técnica y, por ejemplo, pueden usarse electrolitos que tengan una forma que incluya una sal de litio y un disolvente orgánico. El electrolito puede tener una forma de estar impregnado en el electrodo negativo, el electrodo positivo y el separador.

60 Como disolvente orgánico incluido en el electrolito, por ejemplo, puede usarse un solo disolvente o disolventes orgánicos mixtos de dos o más. Cuando se usan disolventes orgánicos mixtos de dos o más, pueden usarse uno o más disolventes seleccionados de dos o más grupos de un grupo disolvente polar débil, un grupo disolvente polar fuerte y un grupo disolvente protector de metal litio. El disolvente polar débil se define por un disolvente que tiene una constante dieléctrica de menos de 15 capaz de disolver un elemento de azufre entre compuestos arilo, éter bicíclico y carbonato no cíclico, el disolvente polar fuerte se define por un disolvente que tiene una constante dieléctrica de mayor de 15 capaz de disolver polisulfuro de litio entre carbonato bicíclico, compuestos de sulfóxido, compuestos de lactona, compuestos de cetona, compuestos de éster, compuestos de sulfato y compuestos de sulfito, y un solvente protector de metal de litio se define por un solvente que tiene una eficiencia de ciclo de carga y descarga del 50% o más, formando una interfase sólido-electrolito (SEI) estable sobre litio metálico tal como compuestos de éter saturado, compuestos de éter insaturado, compuestos heterocíclicos que incluyen N, O, S o una combinación de los mismos.

65 Los ejemplos específicos del disolvente polar débil pueden incluir xileno, dimetoxietano, 2-metiltetrahidrofurano, carbonato de dietilo, carbonato de dimetilo, tolueno, dietil éter, diglima, tetraglima y similares, pero no se limitan a los mismos.

Los ejemplos específicos del disolvente polar fuerte pueden incluir triamida hexametilfosfórica, γ -butirolactona, acetonitrilo, carbonato de etileno, carbonato de propileno, N-metilpirrolidona, 3-metil-2-oxazolidona,

dimetilformamida, sulfolano, dimetilacetamida, sulfóxido de dimetilo, sulfato de dimetilo, diacetato de etilenglicol, sulfito de dimetilo, sulfito de etilenglicol y similares, pero sin limitarse a los mismos.

Los ejemplos específicos del disolvente protector de metal litio pueden incluir tetrahidrofurano, óxido de etileno, dioxolano, 3,5-dimetilisoxazol, furano, 2-metilfurano, 1,4-dioxano, 4-metildioxolano y similares, pero no se limitan a los mismos.

La batería puede formarse usando tecnologías conocidas en la técnica excepto las tecnologías características de la presente invención descritas anteriormente.

A continuación en el presente documento, se proporcionan ejemplos preferidos para ilustrar la presente invención, sin embargo, los siguientes ejemplos son sólo para fines ilustrativos, y es obvio para los expertos en la técnica que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios dentro de la categoría y el alcance de ideas tecnológicas de la presente invención, y tales modificaciones y cambios también se sitúan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Ejemplo 1: preparación de separador para batería de litio-azufre

Como base de separador, se preparó una película de polietileno (50% de porosidad) con un grosor de 20 μm .

Se adquirieron HCl Trizma y base Trizma fabricados por Sigma-Aldrich y se disolvieron en 2,21 g/l, 4,36 g/l, respectivamente, para preparar una disolución tampón de 50 mM y pH 8,5, y la disolución tampón se diluyó a 10 mM usando agua destilada para preparar una disolución tampón de tris.

A la disolución tampón de tris, se le añadieron rojo de pirogalol y dopamina en una razón molar de 1:1 de modo que el rojo de pirogalol tuviera una concentración molar de 10 mM, y se preparó una composición de recubrimiento a partir del mismo.

La base de separador se sumergió durante 20 minutos mediante recubrimiento por inmersión mientras se agitaba la composición de recubrimiento a 80 rpm usando un agitador para preparar un separador.

Ejemplo 2: preparación de separador para batería de litio-azufre

Se preparó un separador de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadieron el rojo de pirogalol y la dopamina en una razón molar de 1:0,5.

Ejemplo 3: preparación de separador para batería de litio-azufre

Se preparó un separador de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se añadieron el rojo de pirogalol y la dopamina en una razón molar de 1:2.

Ejemplo 4: preparación de separador para batería de litio-azufre

Se preparó un separador de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se usó violeta de pirocatecol en lugar de rojo de pirogalol.

Ejemplo 5: preparación de separador para batería de litio-azufre

Se preparó un separador de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que se usó violeta de pirocatecol en lugar de rojo de pirogalol y el recubrimiento por inmersión se realizó durante 60 minutos.

Ejemplo 6: preparación de separador para batería de litio-azufre

Se preparó un separador de la misma manera que en el ejemplo 1 excepto que el recubrimiento por inmersión se realizó durante 60 minutos en lugar de 20 minutos.

Ejemplo comparativo 1: separador de PE

Se preparó un separador de polietileno disponible comercialmente (50% de porosidad) que tenía un grosor de 20 μm como separador del ejemplo comparativo 1.

Ejemplos 7 a 12 y ejemplo comparativo 2: fabricación de batería

Un electrodo positivo que tiene una composición del 85% en peso de un material activo de electrodo positivo preparado mezclando azufre y nanotubos de carbono (CNT) en una razón en peso de 7:3, se añadió el 5% en peso de nanofibras de carbono como conductor y el 10% en peso de un aglutinante a agua D.I para preparar una

suspensión de electrodo positivo, y la suspensión se recubrió sobre un colector de corriente de aluminio para preparar un electrodo positivo.

Usando el electrodo positivo; la lámina de litio que tiene un grosor de aproximadamente 35 μm como electrodo negativo; un electrolito líquido obtenido mediante la adición de LiTFSI 1 M y el 1% en peso de LiNO_3 a un disolvente a base de éter; y cada uno de los separadores preparados en los ejemplos 1 a 6 y el ejemplo comparativo 1 como separador, se fabricó cada una de las baterías de litio-azufre de los ejemplos 7 a 12 y el ejemplo comparativo 2.

Ejemplo de prueba 1: evaluación de las propiedades de vida útil de la batería de litio-azufre

(1) Detalles de la prueba

Para cada una de las baterías de litio-azufre fabricadas en los ejemplos 7 a 12 y el ejemplo comparativo 2, se repitió un ciclo de carga y descarga para medir la vida útil de la batería. Específicamente, se midió la capacidad de cada una de las baterías para cada ciclo mientras se repetía la carga/descarga a 0,1 C/0,1 C durante los primeros 3 ciclos, se repetía la carga/descarga a 0,2 C/0,2 C durante los siguientes 3 ciclos y se repetía la carga/descarga a 0,3 C/0,5 C para ciclos posteriores.

Para las baterías de los ejemplos 7 a 10 y la batería del ejemplo comparativo 2, las propiedades de vida útil se evaluaron empleando una capacidad de 650 mAh/g como corte, y los resultados se muestran en las figuras 3 a 5

Para las baterías de los ejemplos 11 y 12 y la batería del ejemplo comparativo 2, las propiedades de vida útil se evaluaron empleando una tensión de 1,8 V a 2,5 V como corte, y los resultados se muestran en la figura 6.

(2) Resultados de la prueba

Basándose los resultados de las pruebas que se muestran en la figura 3 a la figura 6, las baterías de litio-azufre de los ejemplos 7 a 12 que usan el separador de la presente invención presentaron excelentes propiedades de vida útil en comparación con la batería de litio-azufre del ejemplo comparativo 2 que usa un separador de PE comercialmente disponible.

Específicamente, tal como se muestra en la figura 5, la batería de litio-azufre del ejemplo 10 usando el separador (ejemplo 4, recubrimiento durante 20 minutos) preparado usando violeta de pirocatecol presentó propiedades de vida útil inferiores en comparación con las baterías que usaron rojo de pirogalol (ejemplos 7 a 9), aunque las propiedades de vida útil fueron más superiores a la batería de litio-azufre del ejemplo comparativo 2. Se considera que un resultado de este tipo se debe a que el grupo funcional catecol tiene una velocidad de reacción menor que la del grupo funcional galol y, por tanto, al recubrir durante los mismos 20 minutos, se obtuvo un rendimiento de vida útil relativamente bajo en comparación con las baterías que usaban el separador que usaba rojo de pirogalol (ejemplos 7 a 9).

Sin embargo, tal como se muestra en la figura 6, la vida útil mejoró más al recubrir durante 60 minutos. Mientras tanto, cuando se usó rojo de pirogalol, el recubrimiento durante 60 minutos dio como resultado una disminución del rendimiento en comparación con el recubrimiento durante 20 minutos, aunque el rendimiento fue más superior que el ejemplo comparativo 2.

Como referencia, la batería del ejemplo comparativo 2 que se muestra en la figura 3 y la batería del ejemplo comparativo 2 mostrada en la figura 4 presentó diferentes propiedades de vida útil ya que la carga del electrodo usado en la prueba fue diferente.

REIVINDICACIONES

1. Separador para una batería de litio-azufre que comprende:
 5 una base de separador; y
 una capa de recubrimiento presente sobre una o más superficies de la base de separador,
 10 en el que la capa de recubrimiento comprende una unidad estructural (A) derivada de uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos ácido sulfónico; y una unidad estructural (B) derivada de la dopamina,
 15 y
 en el que la capa de recubrimiento comprende un grupo aniónico de ácido sulfónico.
2. Separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 1, en el que, en la capa de recubrimiento, la razón del número molar total de la unidad estructural (A) con respecto al número molar de la unidad estructural (B) es de desde 1:0,1 hasta 5.
3. Separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 1, en el que la unidad estructural (A) se deriva de uno o más compuestos seleccionados del grupo que consiste en rojo de pirogalol, violeta de pirocatecol, ácido catecol-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 3,4-dihidroxibencenosulfónico y ácido 2,3-dihidroxinaftaleno-6-sulfónico.
4. Separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 1, en el que la base de separador es una película formada con uno o más seleccionados del grupo que consiste en poliolefina, poliéster, poliacetal, poliamida, policarbonato, poliimida, polieteretercetona, polietersulfona, poli(óxido de fenileno), poli(sulfuro de fenileno) y poli(naftaleno de etileno).
5. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre que comprende:
 35 preparar una composición de recubrimiento que comprende:
 (a) uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico; y
 40 (b) dopamina; y
 recubrir la composición de recubrimiento sobre una o más superficies de una base de separador.
6. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 5, en el que, en la composición de recubrimiento, la razón del número molar total de (a) con respecto al número molar de (b) es de desde 1:0,1 hasta 5.
7. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 6, en el que la composición de recubrimiento comprende además un disolvente y una concentración molar total de (a) es de desde 1 mM hasta 500 mM.
8. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 7, en el que el disolvente comprende uno o más seleccionados del grupo que consiste en una disolución tampón, un alcohol C1 a C5 y agua, y en el que el disolvente tiene un pH de 8 a 10
9. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 5, en el que (a) uno o más compuestos que comprenden (i) uno o más grupos seleccionados del grupo que consiste en un grupo catecol y un grupo pirogalol, y (ii) uno o más grupos de ácido sulfónico se seleccionan del grupo que consiste en rojo de pirogalol, violeta de pirocatecol, ácido catecol-4-sulfónico, ácido 1,2-dihidroxibenceno-3,5-disulfónico, ácido 3,4-dihidroxibencenosulfónico y ácido 2,3-dihidroxinaftaleno-6-sulfónico.
10. Método para preparar un separador para una batería de litio-azufre según la reivindicación 5, en el que la composición de recubrimiento comprende además un oxidante.
11. Batería de litio-azufre que comprende:
 65 un electrodo positivo;

5

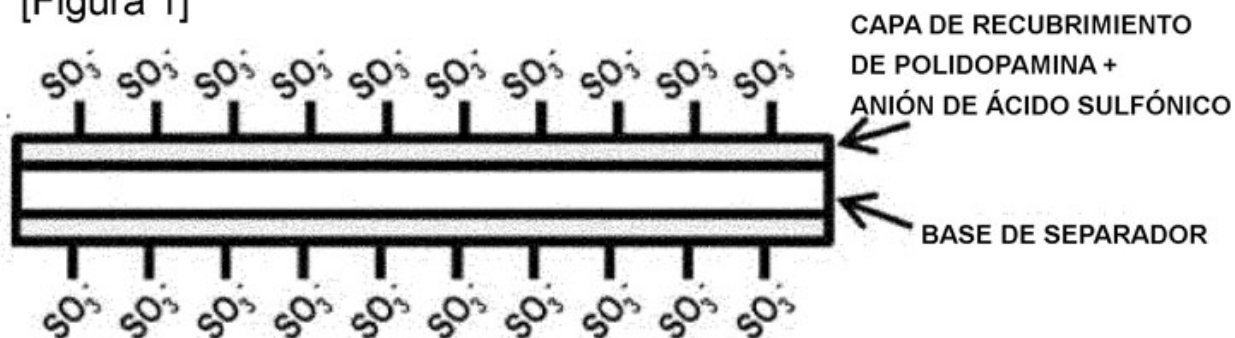
un electrodo negativo;

un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y

un electrolito,

en el que el separador es el separador según la reivindicación 1.

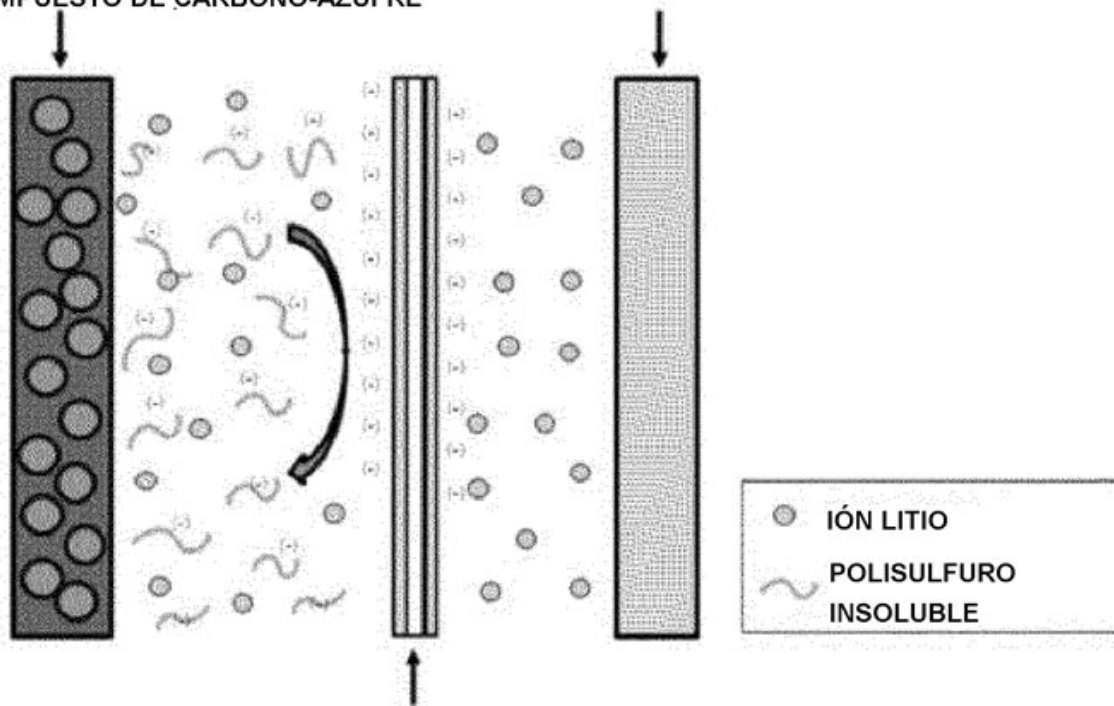
[Figura 1]



[Figura 2]

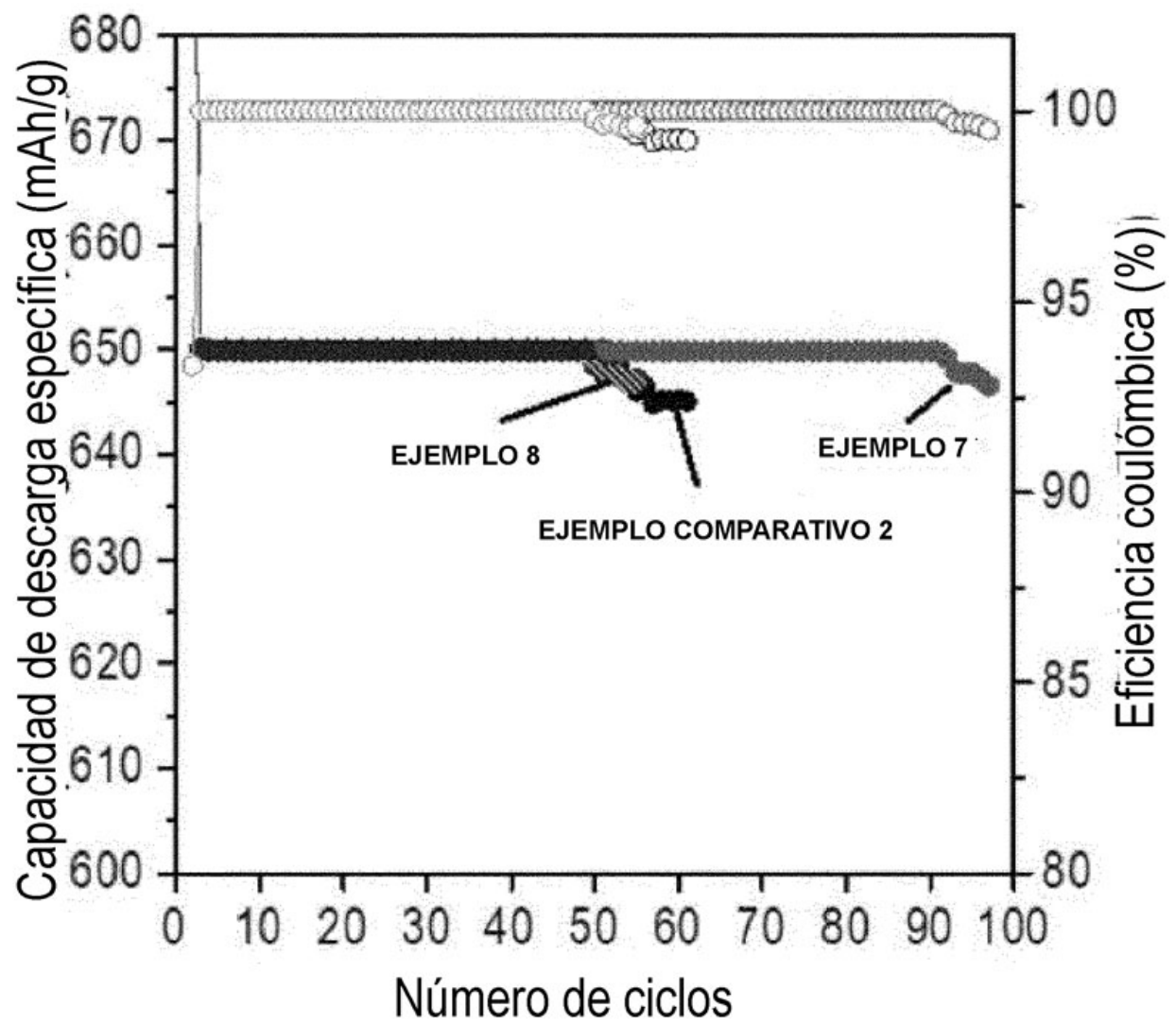
ELECTRODO POSITIVO
COMPUESTO DE CARBONO-AZUFRE

ELECTRODO NEGATIVO DE METAL LITIO

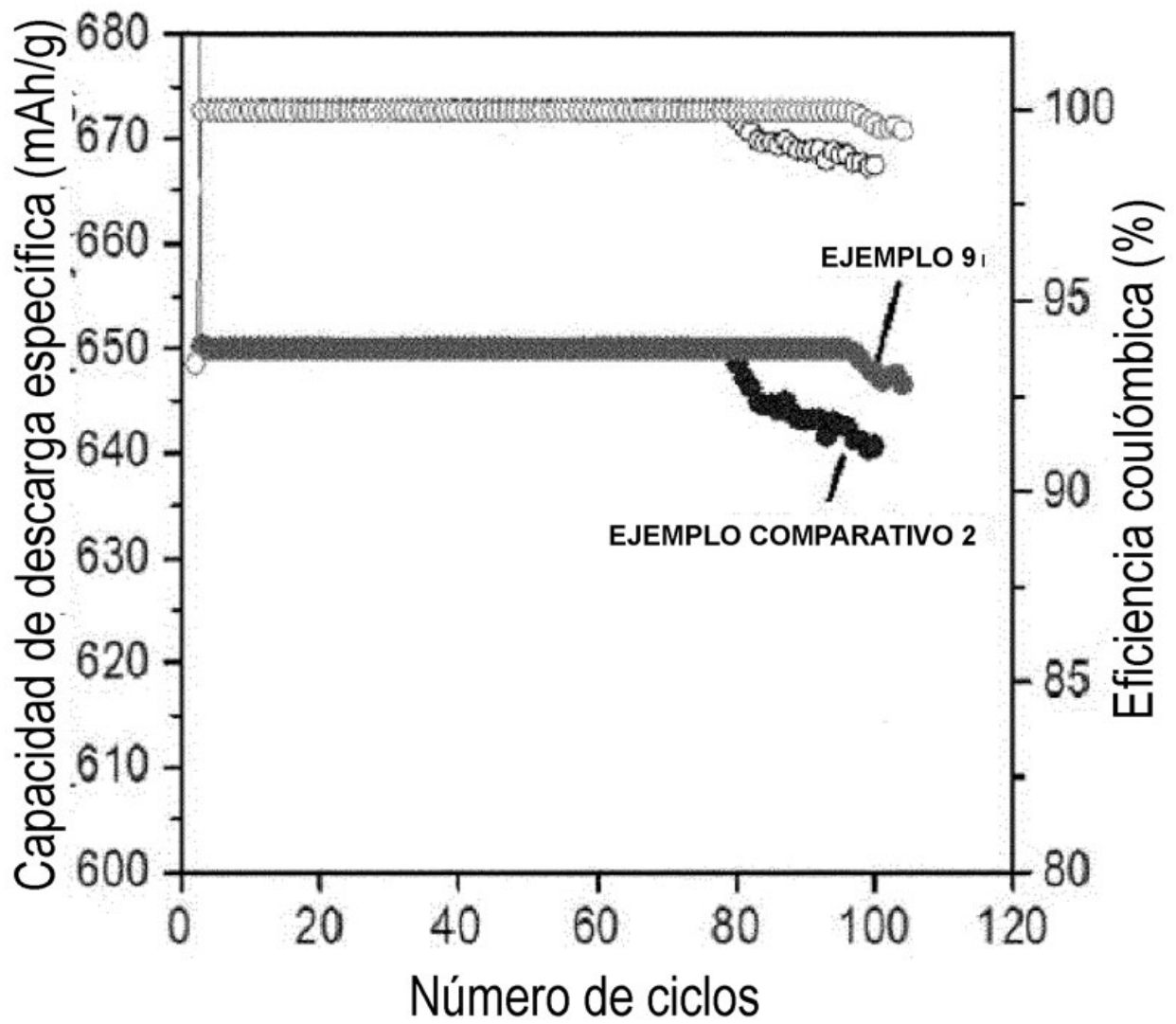


SEPARADOR DE PE INTRODUCIDO CON ANIÓN DE ÁCIDO SULFÓNICO

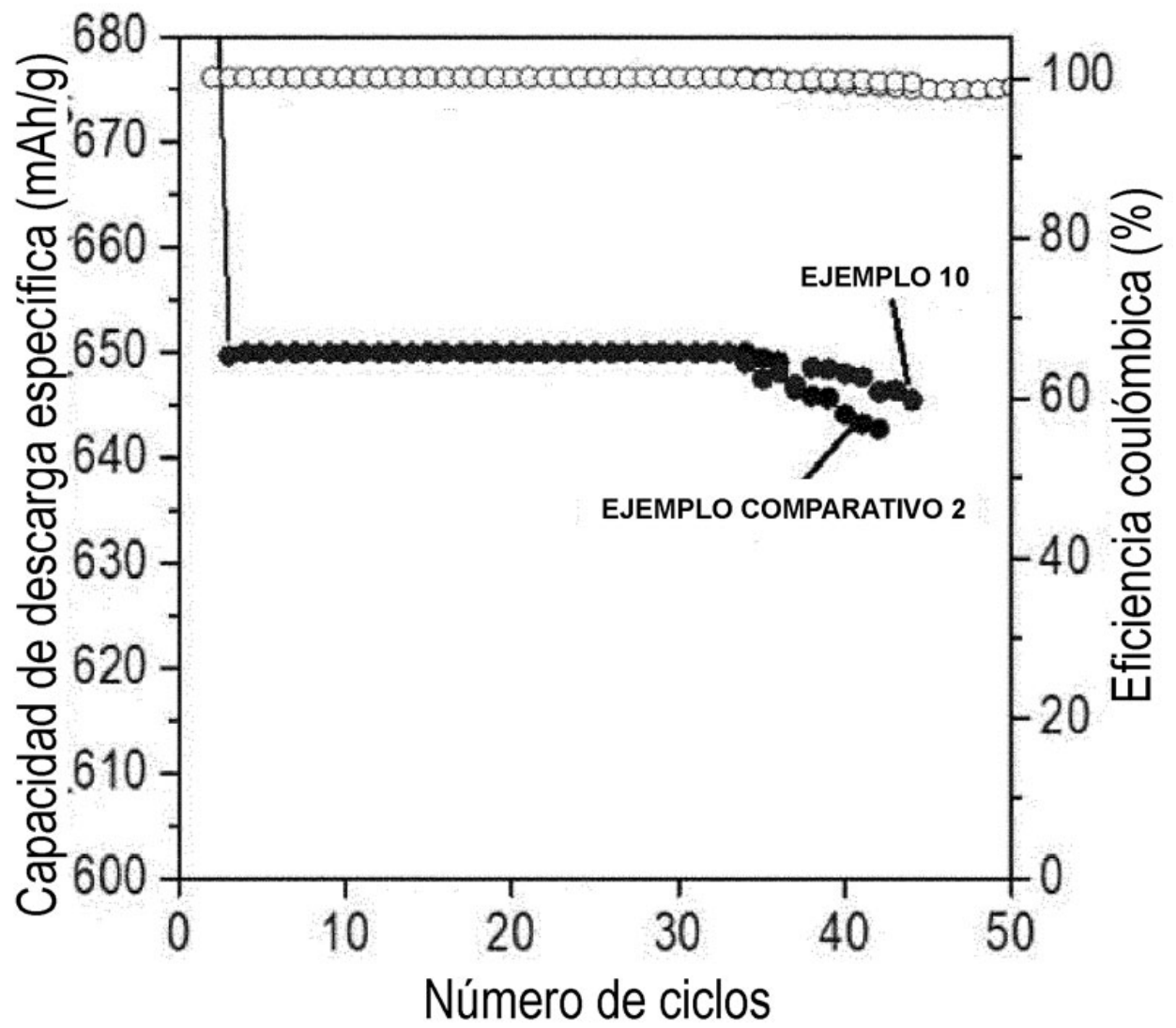
[Figura 3]



[Figura 4]



[Figura 5]



[Figura 6]

