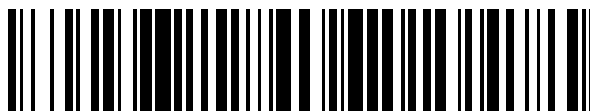


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 781 569**

51 Int. Cl.:

H01M 4/04 (2006.01)

H01M 4/134 (2010.01)

H01M 4/1395 (2010.01)

H01M 4/36 (2006.01)

H01M 4/62 (2006.01)

H01M 4/46 (2006.01)

H01M 4/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2015** **E 15176749 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020** **EP 2975672**

54 Título: **Material activo**

30 Prioridad:

16.07.2014 TW 103124345

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

03.09.2020

73 Titular/es:

**PROLOGIUM HOLDING INC. (100.0%)
PO Box 309, Ugland House
Grand Cayman, KY1-1104, KY**

72 Inventor/es:

YANG, SZU-NAN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 781 569 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

Material activo

ANTECEDENTES

1. Campo técnico

5 [0001] La presente invención se refiere a un material activo, en particular a un material activo que comprende el metal de litio.

2. Descripción de la técnica relacionada

10 [0002] Para proporcionar la energía, deben aplicarse los materiales activos apropiados para que el sistema de suministro de energía convierta la energía química en energía eléctrica. Por ejemplo, los materiales activos comunes aplicados para la batería de litio contienen litio, carbono, etcétera, donde el metal de litio tiene la densidad energética más alta. Sin embargo, el metal de litio tiene alta actividad química, de modo que las condiciones operativas y de almacenamiento deben mantenerse de manera severa, ya que el metal de litio reacciona con el oxígeno y la humedad en el entorno inmediatamente después del contacto. Las condiciones de almacenamiento y operación deben controlarse en humedad baja, poco oxígeno y temperatura y humedad apropiadas, de modo que el coste del proceso se vuelve más alto. Ya que el metal de litio es tan activo, la reacción de oxidorreducción de excitación ocurre bajo condiciones inapropiadas, que a veces se transforma en la reacción de combustión.

15 [0003] Como es sabido, para aumentar el área de superficie de reacción del electrodo del sistema de suministro de energía, el tamaño de partícula del litio está en la escala de micrómetro o nanómetro. Una cubierta de carbonato de litio se emplea para cubrir el metal de litio en la escala de micrómetro o nanómetro para resolver las dificultades en el almacenamiento y la operación. Sin embargo, cuanto menor es la partícula, más severa ocurre la reacción. Por lo tanto, durante el mezclado de la suspensión, el solvente de baja polaridad, tal como el tolueno, se requiere para evitar la reacción entre el litio y el solvente NMP/PVDF. Pero el solvente de baja polaridad es nocivo para el ser humano y el medio ambiente.

25 [0004] El documento US 2005/118507 A1 divulga un ánodo de litio, que comprende una capa de litio metálico; una capa de aleación de metal-litio depositada sobre la capa de litio metálico; y una película discontinua de un metal inerte al litio interpuesta entre la capa de litio metálico y la capa de aleación de metal-litio. El documento US6265099 B1 divulga un generador electroquímico que comprende películas finas que incluyen un electrodo positivo y su colector, y una lámina de un metal huésped para constituir un electrodo negativo, al igual que un electrolito que es conductor hacia iones alcalinos y también significa constituir una fuente de iones alcalinos, caracterizado por el hecho de que dicha lámina de metal huésped, antes de la formación de una aleación durante una carga, se forma con vacíos perforados que se extienden a través de todo el grosor del metal huésped, donde la cantidad de vacíos y su disposición en dicha lámina de metal huésped son capaces de absorber en dichos vacíos cualquier expansión lateral de dicha lámina de metal huésped, evitando así sustancialmente cualquier cambio acumulativo en el plano de dicha lámina de metal huésped cuando hay una formación inicial de aleación en dicha lámina entre dicho metal huésped y un metal alcalino causado por dichos iones alcalinos. El documento US6537701 B1 divulga una célula electroquímica, que comprende un ánodo de litio y un electrodo de azufre que incluye al menos uno de entre azufre elemental, sulfuro de litio y un polisulfuro de litio, donde dicho ánodo tiene una capa de aleación de aluminio-litio que incluye un recubrimiento de superficie que es eficaz para aumentar la eficiencia de ciclo del litio y la estabilidad del ánodo hacia componentes electrolíticos durante el almacenamiento de dicha célula electroquímica. El documento WO2013/009429 A1 divulga una arquitectura anódica metálica protegida que comprende: un ánodo metálico; y una película de protección compuesta formada sobre y en contacto directo con el ánodo metálico, donde: el ánodo metálico comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en un metal alcalino y un metal alcalinotérreo, y la película de protección compuesta comprende partículas de un compuesto inorgánico dispersadas en toda una matriz de un compuesto orgánico. Sethuraman et al. en Journal of Power Sources, vol. 196, n.º 1, 23 de junio de 2010, páginas 393-398, divulgan que una capa de cobre poroso dispuesta encima de silicio permite aumentar la durabilidad del Si tras aleación-separar la aleación con litio, y que su ductilidad permite mantener una buena conductividad electrónica a pesar de la tensión mecánica.

45 [0005] Por consiguiente, se proporciona un material activo para superar los problemas anteriores.

RESUMEN DE LA INVENCION

5 [0006] Es un objetivo de esta invención proporcionar un material activo según las reivindicaciones anexas. Una capa compuesta, que comprende al menos una capa de protección y al menos una capa estructural, cubre el material activo de litio totalmente. La capa compuesta bloquea la humedad y el oxígeno del entorno, de modo que el material activo de litio altamente reactivo se pueda almacenar y operar bajo la condición normal. La dependencia de las condiciones de almacenamiento y/o operativas del material activo que tiene el metal de litio se puede disminuir.

10 [0007] La capa compuesta que cubre el material activo de litio puede proporcionar una conductividad iónica y una fuerza estructural más altas, de modo que la capa de protección metálica reaccionada se pueda confinar a una cierta área en vez de estar muy lejos del material activo de litio. La estructura del material activo no se descompondría debido a la estructura suelta de la capa de protección metálica después de la repetida reacción de aleación/separación de la aleación.

[0008] La capa de protección metálica de la capa compuesta comprende un primer material de protección y un segundo material de protección. El primer material de protección y el segundo material de protección pueden ser metal aleado y/o metal no aleado.

15 [0009] El material activo de litio y la capa de protección se separan mediante la capa de barrera, que está dispuesta entre el material activo de litio y la capa de protección metálica de la capa compuesta. Ninguna reacción inesperada, como la reacción de aleación, ocurriría en la interfase de contacto entre el material activo de litio y la capa de protección antes de que empiecen las reacciones esperadas.

20 [0010] La presente invención divulga un material activo que comprende un material activo de litio y una capa compuesta que cubre el material activo de litio totalmente. La capa compuesta comprende al menos una capa de protección metálica y al menos una capa estructural metálica. La capa de protección metálica tiene al menos un metal que es capaz de alearse con el litio; la capa estructural metálica, por otro lado, no se alea con el metal de litio y/o el ion de litio. La capa compuesta bloquea eficazmente el material activo de litio del entorno, de modo que la humedad y el oxígeno no entrarían en contacto con el material activo de litio. El material activo que tiene la capa compuesta descrita en la
25 presente invención se puede almacenar y operar bajo condición normal. La tensión estructural de la capa estructural metálica puede proporcionar un amortiguador para sostener la estructura suelta de la capa de protección metálica después de la reacción de aleación y evitar la descomposición de la estructura.

30 [0011] Un alcance adicional de la aplicabilidad de la presente invención se hará evidente a partir de la descripción detallada dada de aquí en adelante. Sin embargo, se debe entender que la descripción detallada y los ejemplos específicos, aunque indican formas de realización preferidas de la invención, se dan solo a modo de ilustración, ya que varios cambios y modificaciones dentro del alcance de la invención se harán evidentes para las personas expertas en la técnica a partir de esta descripción detallada.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

35 [0012] La presente invención será entendida más completamente a partir de la descripción detallada dada a continuación ilustración solo, y, por lo tanto, no son limitativas de la presente invención, y donde:

40 La figura 1A ilustra el material activo de una forma de realización de referencia.
La figura 1B ilustra el material activo de una forma de realización de referencia.
La figura 1C ilustra el material activo de una forma de realización de referencia.
La figura 2A ilustra el material activo de otra forma de realización de referencia.
La figura 2B ilustra el material activo de otra forma de realización de referencia.
La figura 3A ilustra el material activo de esta presente invención.
La figura 3B ilustra el material activo de esta presente invención.
La figura 3C ilustra el material activo de esta presente invención.

DESCRIPCION DETALLADA

45 [0013] La presente invención divulga un material activo aplicado en el sistema de suministro de energía, que comprende un medio para proceder a una reacción de oxidorreducción y para donar iones de litio. El material activo comprende un

material activo de litio totalmente cubierto mediante una capa compuesta que comprende al menos una capa de protección y al menos una capa estructural. La capa compuesta bloquea eficazmente la humedad y el oxígeno del material activo de litio mediante los materiales apropiados y las ubicaciones relativas de la capa de protección y la capa estructural. El material activo de la presente invención se puede almacenar y operar bajo condición normal. Además, la capa de protección suelta, después de reacciones repetidas, se podría confinar a la capa compuesta en vez de estar muy lejos del material activo de litio, de modo que se puede aumentar la eficiencia reversible de la capa de protección y se evitaría la gran cantidad de descomposición de la estructura del material activo del electrodo.

[0014] La capa de protección y la capa estructural se describen de aquí en adelante.

[0015] La capa de protección debe tener al menos un metal que sea capaz de alearse con el material activo de litio y/o los iones disociados (ej. iones de litio). La estructura de la capa de protección se suelta después de la reacción de aleación, donde la estructura suelta proporciona caminos para los iones disociados y el material activo de litio para proceder a la reacción electroquímica. La capa de protección bloquea la humedad y el oxígeno en el entorno del material activo de litio antes de ensamblar el material activo en el sistema de suministro de energía. Por consiguiente, la humedad y el oxígeno en el entorno no entrarían en contacto con el material activo de litio, de modo que no ocurra ninguna reacción de oxidorreducción severa debido a la capa de protección.

[0016] La capa estructural debe tener una fuerza estructural más alta para sostener las deformaciones estructurales (ej. red suelta debido a la reacción de aleación) de la capa de protección y/o el material activo de litio. Además, la capa estructural sirve como los puntos finales de la adhesión del material activo, de modo que la deformación del material activo no conduce a la descomposición de la estructura del electrodo. La capa estructural tiene algunas regiones conductoras iónicas para que los iones migren hacia la capa de protección para proceder a la reacción de oxidorreducción. Además, la capa estructural tiene la capacidad de la conducción eléctrica, de modo que se puede reducir la resistencia interna del material activo.

[0017] Por consiguiente, la presente invención se describe en detalle.

[0018] En referencia a la figura 1A, se ha ilustrado una forma de realización de referencia del material activo.

[0019] Como se ilustra, el material activo 10 comprende un material activo de litio 12, una capa compuesta 14 que cubre el material activo de litio 12 totalmente. La capa compuesta 14 comprende una capa de protección 142 y una capa estructural 144.

[0020] La capa de protección 142 está dispuesta junto a la superficie externa del material activo de litio 12 y cubre totalmente el material activo de litio 12. Por consiguiente, el material activo de litio 12 se aísla completamente de la humedad y el oxígeno del entorno de modo que se puede evitar la reacción de oxidorreducción severa.

[0021] La capa estructural 144 cubre al menos parcialmente la superficie externa de la capa de protección 142. La capa de protección 142 aleada y el material activo de litio 12 se confinan a un área determinada debido a la capa estructural 144. Además, la capa estructural 144 cubre sobre la superficie externa del material activo de litio 12 de modo que la capa estructural 144 puede aumentar la fuerza estructural, especialmente cuando la estructura de la capa de protección 142 aleada se suelta, y puede confinar los materiales aleados más cerca a la capa de protección 142 que no ha reaccionado. Una vez que la reacción de separación de la aleación ocurre, los materiales aleados sueltos no estarían muy lejos de la capa de protección 142, por lo tanto, los materiales aleados pueden proceder a la reacción de aleación en la región más cercana al material activo de litio 12 y la capa de protección 142 que no ha reaccionado, de modo que los materiales aleados se pueden hacer reaccionar bajo el voltaje de operación apropiado. Además, debido a la función de confinamiento de los materiales aleados, la conductividad eléctrica y la conductividad iónica del material activo 10 pueden ambas permanecer mediante la capa estructural 144 aún después de varias veces de las reacciones de aleación/separación de la aleación.

[0022] El material activo de litio 12 está hecho de un material seleccionado del grupo que consiste en el metal de litio, el compuesto de litio o la combinación de los mismos. El material activo de litio 12 puede estar en la forma de gránulo, lámina y/o cualquier forma. La capa de protección 142 comprende al menos un metal. Y, por supuesto, también se pueden incluir una pluralidad de metales. Los iones disociados pueden ser los iones de litio para el caso de la batería de litio. Por consiguiente, el metal de la capa de protección 142 se puede seleccionar del grupo que consiste en aluminio, estaño, aluminio aleado, estaño aleado y/o un metal/una aleación que se pueda alea con litio. Los iones disociados se pueden proporcionar a través del medio tal como el electrolito convencional empleado en el sistema de suministro de

energía. Por ejemplo, el medio se puede seleccionar del grupo que consiste en electrolito en fase líquida, electrolito en fase sólida, electrolito en gel, ion líquido, solvente orgánico con sal de litio, solvente inorgánico con sal de litio o una combinación de los mismos.

5 [0023] Una batería de litio se toma como un ejemplo para el sistema de suministro de energía de aquí en adelante. La
 10 capa de protección 142 del material activo 10 se alea con los iones de litio (es decir, iones disociados) proporcionados
 a través del electrolito (es decir, el medio) de la batería de litio y/o se alea con el metal de litio formado en la superficie
 de la capa de protección 142 a través de la reducción de iones de litio. Los materiales aleados tienen redes sueltas e
 hinchadas, de modo que la capa de protección 142 del material activo 10 se descompone gradualmente. Sin embargo,
 basándose en la función principal de la capa de protección 142, resulta claro darse cuenta de que la capa de protección
 15 142 se emplea para proteger el material activo de litio 12 de la humedad y el oxígeno del entorno antes de que el
 material activo 10 se selle dentro de la batería de litio. Una vez que el material activo 10 se sella dentro de la batería de
 litio, el material activo de litio 12 puede entrar en contacto solo con menor humedad y oxígeno, así que incluso la capa
 de protección 142 se hincha y/o se descompone debido a reacciones de aleación/separación de la aleación, la
 protección proporcionada mediante la capa de protección 142 al material activo de litio 12 no debe verse afectada
 sustancialmente.

20 [0024] Sin embargo, en cuanto al material activo convencional, la descomposición de la capa de protección todavía
 tiene algunas influencias del rendimiento del material activo. Es debido a que el material activo convencional no está
 cubierto mediante la capa estructural sobre la superficie externa de manera que los materiales aleados no se pueden
 25 confinar a un área determinada y se distribuiría sobre el electrolito y/o se formaría como los materiales sueltos. Una
 vez, cuantos más materiales aleados se forman, peores conductividad eléctrica y conductividad iónica se adquieren. La
 actividad del material activo disminuye y la cuestión de polaridad se vuelve más seria. En otras palabras, la capa de
 protección aleada reduce el grado de reacción de aleación (es decir, reduce la tasa de la reacción de oxidorreducción)
 y hace que la capacidad reversible de la batería de litio se reduzca después de varias veces de las reacciones de
 aleación/separación de la aleación. En comparación con la presente invención, el material activo convencional solo está
 30 cubierto mediante la capa de protección. Ya que la capa de protección convencional sirve como los puntos finales del
 material activo y el electrodo, la capa de protección comienza a hincharse y descomponerse desde su superficie externa
 después de varias veces de las reacciones de aleación/separación de la aleación. Aparentemente, los puntos finales
 de la adhesión proporcionados mediante la capa de protección se descomponen también. Al fin, el material activo se
 desprendería del electrodo y esto afectaría los rendimientos de la batería de litio. El material activo 10 está cubierto
 mediante la capa estructural 144 sobre la superficie externa de modo que la capa de protección 142 aleada se pueda
 35 confinar a una cierta área. Por lo tanto, los puntos finales proporcionados mediante la capa de protección 142 no se
 descompondrían, de modo que el material activo 10 se puede adherir al electrodo firmemente incluso después de varias
 veces de las reacciones de aleación/separación de la aleación.

40 [0025] A diferencia del material activo convencional, la capa estructural 144 sirve como los puntos finales. Mientras
 tanto, la capa estructural 144 proporciona la fuerza estructural (es decir, tensión de la estructura) del material activo 10
 para mantener la forma y la estructura. La capa de protección 142 aleada se puede confinar mediante la capa estructural
 144, que al menos entra en contacto parcialmente con la capa de protección 142, después de varias veces de las
 reacciones de aleación/separación de la aleación. En esta forma de realización, la capa estructural 144 cubre
 45 parcialmente la capa de protección 142 y cubre el material activo de litio 12 indirectamente. En otras palabras, en vez
 de cubrir la capa de protección 142 totalmente, la capa estructural 144 puede cubrir parcialmente la capa de protección
 142 siempre y cuando la tensión de la estructura proporcionada sea suficientemente alta.

[0026] En esta forma de realización, la capa estructural 144 puede ser un metal con una alta tensión de la estructura y
 una alta conductividad eléctrica, por ejemplo, la capa estructural 144 puede estar hecha de cobre. Para proporcionar la
 conductividad iónica, la capa estructural de cobre 144 no cubre la capa de protección 142 totalmente y tiene algunos
 45 agujeros 16 y/o espacios para servir como los caminos iónicos/electrónicos para reacciones de oxidorreducción, es
 decir, para servir como el área conductora iónica. La capa de protección 142 se expone desde los agujeros 16 y/o los
 espacios de modo que los iones disociados puedan entrar en contacto con la capa de protección 142 directamente y
 se aleen con la capa de protección 142 para formar los materiales aleados sueltos para exponer el material activo de litio
 12 para las reacciones de oxidorreducción.

50 [0027] En referencia a la figura 1B, se ilustra un material activo de otra forma de realización de referencia. La capa
 compuesta 14 comprende una capa de protección 142 y una capa estructural 144, que están entrelazadas. La
 configuración se basa en la capa estructural 144 hecha del material que no tiene ninguna humedad y ningún oxígeno,
 tal como cobre, de modo que la capa estructural 144 puede servir como una parte de capa de protección 142 antes de

que el material activo de litio 12 se selle dentro de la batería. La conductividad iónica de la capa estructural 144 de esta forma de realización se puede proporcionar mediante la capa de protección adyacente 142.

5 [0028] En referencia a la figura 1C, se ilustra un material activo de otra forma de realización de referencia. La diferencia principal entre las formas de realización de la figura 1A y la figura 1C es que la capa estructural 144 está hecha de un material poroso, es decir, la capa estructural 144 misma es una estructura porosa. Por ejemplo, los materiales apropiados se pueden seleccionar del grupo que consiste en polímero, cerámica, fibra o una combinación de los mismos. Excepto por tener la conductividad iónica, la propiedad intrínseca de la capa estructural 144 puede ser conductora eléctrica. Para tener la propiedad conductora eléctrica, la capa estructural 144 puede estar hecha de un material conductor eléctrico o estar hecha de un material aislante que comprende algunos materiales conductores eléctricos tales como partículas de carbono, polvos metálicos, etcétera. Además, el electrolito sólido y/o el electrolito en gel se puede introducir en los agujeros de la capa estructural 144 o se puede absorber a través de la capa estructural polimérica 144 mediante inmersión.

15 [0029] La capa de protección metálica 142 del material activo 10 de la presente invención comprende un primer material de protección y un segundo material de protección, donde el primer material de protección de la capa de protección metálica 142 es capaz de alearse con el metal de litio y/o los iones de litio y el segundo material de protección de la capa de protección metálica 142 no es capaz de alearse con el metal de litio y/o los iones de litio. El primer material de protección y el segundo material de protección es el metal. El contenido del primer material de protección no es menor del 0,1%, es decir, el contenido del material, que puede alearse con el metal de litio y/o los iones de litio, no es menor del 0,1%.

20 [0030] El primer material de protección se puede seleccionar de entre aluminio, estaño, silicio, aluminio aleado, estaño aleado u otro metal. El segundo material de protección comprende un tipo de material metálico o más de un tipo de materiales metálicos como cobre, níquel, hierro o la combinación de los mismos. La capa de protección metálica 142 puede ser un material de aleación doble, un material de aleación triple o un material de aleación múltiple. Por ejemplo, el estaño se selecciona como el material que puede alearse con el metal de litio y/o los iones de litio y una aleación de níquel-estaño se selecciona como el material que no puede alearse con el metal de litio y/o los iones de litio, donde el contenido de estaño no es menor del 0,1%.

30 [0031] La capa de protección metálica 142 se hincha después de alearse. El grado de hinchamiento se puede disminuir mediante la adición del segundo material de protección porque el segundo material de protección no puede alearse con el metal de litio y/o los iones de litio, es decir, el volumen de hinchamiento viene principalmente del primer material de protección aleado. El metal que no puede alearse con el metal de litio y/o los iones de litio pueden resolver eficazmente el problema de hinchamiento después de la reacción de aleación y evitar la reducción de la capacidad reversible.

35 [0032] Por favor refiérase a las figuras 2A y 2B, se ilustran dos formas de realización de referencia de un material activo. En la figura 2A, la capa estructural 144 del material activo 10 comprende una pluralidad de agujeros ciegos. Dentro de los agujeros ciegos, el material activo de litio 12 está dispuesto en el fondo de los agujeros y la capa de protección 142 está dispuesta sobre el material activo de litio 12. En la figura 2B, el material activo de litio 12 y la capa de protección 142 dentro de los agujeros ciegos de la capa estructural 144 no contactan entre sí. Los agujeros ciegos de la capa estructural 144 se pueden realizar a través de los agujeros pasantes.

40 [0033] Las figuras 3A a 3C ilustran el material activo 10 que comprende una capa de barrera 18. La capa de barrera 18 separa el material activo de litio 12 y la capa compuesta de modo que la capa de barrera 18 no puede reaccionar con el litio y tiene la capacidad de conductividad eléctrica y conductividad iónica. La capacidad de conductividad eléctrica de la capa de barrera 18 puede permitir que los electrones se metan en el material activo de litio 12 para proceder a las reacciones de oxidorreducción. La capacidad de conductividad iónica de la capa de barrera 18 se puede proporcionar a través del material empleado. O los iones pueden alcanzar al material activo de litio 12 a través de los materiales aleados de la capa de protección metálica 142 para conducir el medio hacia la capa de barrera 18 y al fin el potencial de todo el material activo 10 es el mismo que el potencial del material activo de litio 12.

50 [0034] La capa de barrera 18 está dispuesta junto al material activo de litio 12 o cubre la superficie externa del material activo de litio 12. La capa de protección metálica 142 está dispuesta junto al material activo de litio 12 o cubre la superficie externa del material activo de litio 12. En la figura 3A, la capa de barrera 18 cubre directa y totalmente la superficie externa del material activo de litio 12. En la figura 3B, la capa de barrera 18 cubre directa y parcialmente la superficie externa del material activo de litio 12. En la figura 3C, la capa de barrera 18 comprende además al menos una región de metal inerte 182 y al menos una región de agotamiento 184. La región de metal inerte 182 está dispuesta

5 en la superficie externa del material activo de litio 12 y no puede alearse con litio. La región de agotamiento 184 es adyacente a la región de metal inerte 182 y está dispuesta entre la capa compuesta y el material activo de litio 12. Independientemente del tipo de forma de realización, el material activo de litio 12 y la capa de protección 142 de la capa compuesta están separadas mediante la capa de barrera 18 de modo que el material activo de litio 12 no reaccionaría con la capa de protección metálica 142 bajo la condición inapropiada (ej. temperatura elevada) antes de que ocurra la reacción de Faraday para mantener sin reaccionar la capa de protección 142.

10 [0035] En la figura 3C, la región de metal inerte 182 está hecha de metal, que se selecciona del grupo consistente en cobre, níquel, hierro, titanio, zinc, plata, oro, cobre aleado, níquel aleado, hierro aleado o una combinación de los mismos. La región de agotamiento 184 es un espacio vacío. Cuando la capa de protección metálica 142 y los iones de litio del medio reaccionan para formar los materiales de aleación, la región de agotamiento 184 puede proporcionar un amortiguador para el volumen de hinchamiento y proporcionar los caminos iónicos también.

15 [0036] La capacidad de conductividad eléctrica de la capa de barrera 18 es útil para el mantenimiento del potencial del material activo 10 casi igual al potencial del sistema anódico (es decir, electrodo anódico, no mostrado). Consecuentemente, cuando el material activo 10 se sella totalmente dentro del sistema de suministro de energía y se proporciona un medio tal como inyectando un electrolito líquido, el material activo 10 absorbe gradualmente el medio. En este momento, el material activo de litio 12 es iónicamente conductor, de modo que el potencial del material activo 10 es casi igual al potencial del material activo de litio 12. Los iones de litio del electrolito líquido se depositan uniforme y delicadamente sobre la superficie de la capa de protección metálica 142 y además se alean con la capa de protección metálica 142 de la capa compuesta para formar los materiales aleados de artículos pequeños. Cuando la capa de protección metálica 142 aleada se rompe en partículas pequeñas, se forman los caminos conductores eléctricos y la capa de barrera 18 se convierte en los caminos conductores iónicos debido al electrolito líquido sumergido (es decir, iones introduciéndose).

25 [0037] En cuanto a las propiedades del material, la capa de barrera 18 puede estar hecha de un material conductor eléctrico/iónico en la forma de estructura de capa. El material puede ser el polímero conductor eléctrico tal como PA o cualquier polímero conductor eléctrico/iónico. La capa de barrera 18 puede estar hecha del material conductor eléctrico poroso tal como el polímero aislante que tiene las partículas conductoras eléctricas, donde las partículas conductoras eléctricas se pueden seleccionar de entre las partículas metálicas o las partículas no metálicas. Los iones para el material activo de litio 12 se pueden proporcionar mediante el material conductor eléctrico a través de la capa de protección metálica 142. Los agujeros o las regiones de agotamiento 184 como se ilustra en la figura 3C de la capa de barrera 18 pueden servir como los caminos iónicos.

[0038] El mecanismo de reacción del material activo de la presente invención se proporciona de aquí en adelante.

35 [0039] Al principio, se proporciona un medio al material activo 10 del sistema de suministro de energía, por ejemplo, el medio podría ser un electrolito líquido o un ion líquido. El paso es inyectar el electrolito en el sistema de suministro de energía para hacer que el material activo 10 se sumerja en el electrolito. En este momento, el electrolito penetra a través de los agujeros 16 de la capa estructural metálica 144 y alcanza la superficie de la capa de protección metálica 142.

[0040] Entonces, carga el sistema de suministro de energía (es decir, la batería de litio) para hacer que los iones disociados (es decir, los iones de litio) del medio (es decir, el electrolito) se aleen con el material metálico de la capa de protección metálica 142, de modo que la capa de protección metálica 142 aleada gana iones.

40 [0041] Por ejemplo, el material activo de litio 12 es el metal de litio, y el material de la capa de protección metálica 142 que reacciona con el material activo de litio 12 es el metal de aluminio. Mientras se carga la batería de litio, debido a que la superficie de la capa de protección metálica 142 se mojaría mediante el electrolito, siempre y cuando el potencial alcance el potencial de deposición de litio, los iones de litio se depositan sobre la superficie del metal de aluminio de la capa de protección metálica 142 y se alean con el aluminio para formar la aleación Li-Al. Las redes de las aleaciones Li-Al se rompen y se sueltan. La capa estructural metálica 144 que cubre la capa de protección metálica 142 y se adhiere al material del electrodo puede confinar las aleaciones Li-Al en un área determinada en vez de dispersarse de forma aleatoria en el electrolito. Por lo tanto, la distribución del material activo de litio 12 en el electrodo no se descompondrá debido a la capa de protección metálica 142 aleada.

50 [0042] Además, la capa de protección metálica suelta 142 proporciona además los caminos iónicos para que los iones de litio del electrolito migren hacia el material activo de litio de modo que los potenciales tanto del material activo 10 como del material activo de litio 12 sean los mismos. Aparentemente, ninguna influencia afecta las reacciones de

oxidorreducción posteriores. Después, el material activo de litio 12 sirve como el electrodo convencional de la batería de litio, que es capaz de recibir y liberar los iones y electrones, de modo que los otros procedimientos son similares a los procedimientos de carga/descarga convencionales.

5 [0043] Por consiguiente, el material activo descrito en la presente invención se puede almacenar y operar bajo condición normal porque el material activo de litio altamente reactivo está cubierto mediante la capa compuesta que comprende la capa de protección y la capa estructural. El coste para el almacenamiento y la operación puede disminuir inmensamente. Además, la operación se vuelve más flexible y más fácil.

10 [0044] Además, la capa estructural descrita en la presente invención puede confinar los materiales aleados formados a partir de la capa de protección en un área determinada de modo que los materiales aleados permanecen cerca del material activo de litio durante los procedimientos de carga y descarga posteriores. La eficiencia del material activo no disminuiría debido a la descomposición de la estructura del material activo. Mientras tanto, la estable y gran fuerza final entre la capa estructural y el electrodo puede mantener también la distribución del material activo dentro del electrodo incluso si la estructura de la capa de protección metálica se rompe.

15 [0045] Habiendo descrito así la invención, será obvio que la misma se puede variar de muchas maneras. Tales variaciones no deben ser consideradas como una desviación del alcance de la invención, y todas tales modificaciones como serían obvias para una persona experta en la materia se destinan a estar incluidas en el alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Material activo incluido en un elemento de suministro de energía que tiene un medio para proceder a una reacción de oxidorreducción y para donar iones de litio, donde el material activo comprende:

5 un material activo de litio; y
una capa compuesta, que cubre totalmente el material activo de litio para bloquear la humedad y el oxígeno del material activo de litio, que comprende:

10 una capa de protección metálica, que comprende un primer material de protección y un segundo material de protección, donde el primer material de protección forma una aleación con un metal/ion de litio proporcionado por el medio, y donde el segundo material de protección no puede alearse con un metal/ion de litio; y
una capa estructural metálica;

15 una capa de barrera que separa el material activo de litio y la capa compuesta y que no puede alearse con litio; donde el material activo de litio tiene forma de gránulo o lámina y la capa estructural metálica no se alea con un metal/ion de litio, y
donde la capa de protección metálica se suelta después de una reacción de aleación para proporcionar caminos para el material activo de litio para proceder con una reacción electroquímica y la capa estructural metálica sirve como puntos finales de una adhesión del material activo.

2. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa de barrera es además conductora eléctrica.

3. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa de barrera es además conductora iónica.

20 4. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa de barrera está dispuesta junto a la superficie externa del material activo de litio.

5. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa compuesta cubre la superficie externa de la capa de barrera.

6. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa de barrera es un polímero conductor y/o una capa conductora porosa.

25 7. Material activo según la reivindicación 6, donde la capa conductora porosa es un polímero que tiene partículas conductoras y/o una rejilla metálica.

8. Material activo según la reivindicación 1, donde la capa de barrera comprende:

30 al menos una región metálica inerte, dispuesta sobre la superficie externa del material activo de litio y que no puede alearse con litio; y
al menos una región de agotamiento, adyacente a la región metálica inerte y dispuesta entre la capa compuesta y el material activo de litio.

9. Material activo según la reivindicación 8, donde la región de metal inerte está hecha de metal que se selecciona del grupo consistente en cobre, níquel, hierro, titanio, zinc, plata, oro, cobre aleado, níquel aleado, hierro aleado o una combinación de los mismos.

10. Material activo según la reivindicación 8, donde la región de agotamiento es un espacio vacío.

35 11. Material activo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la capa estructural metálica está hecha de metal que se selecciona del grupo consistente en cobre, níquel, hierro, cobre aleado, níquel aleado, hierro aleado o una combinación de los mismos.

12. Material activo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el material activo de litio está hecho de un material seleccionado del grupo que consiste en un metal de litio, un compuesto de litio o una combinación de los mismos.
- 5 13. Material activo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el medio está hecho de un material seleccionado del grupo que consiste en electrolito en fase líquida, electrolito en fase sólida, electrolito en gel, ion líquido, solvente orgánico con sal de litio, solvente inorgánico con sal de litio o una combinación de los mismos.
14. Material activo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la capa estructural metálica es además conductora eléctrica.
- 10 15. Material activo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el primer material de protección de la capa de protección metálica comprende un metal seleccionado del grupo que consiste en aluminio, estaño, aluminio aleado o estaño aleado.

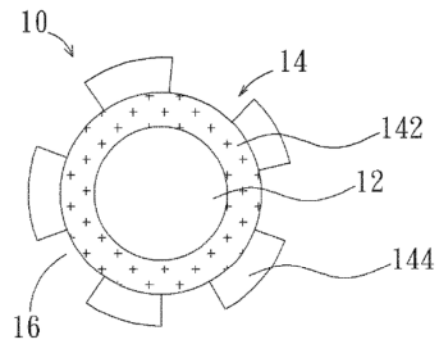


FIG. 1A

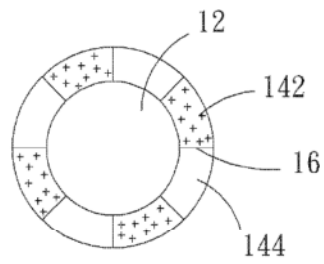


FIG. 1B

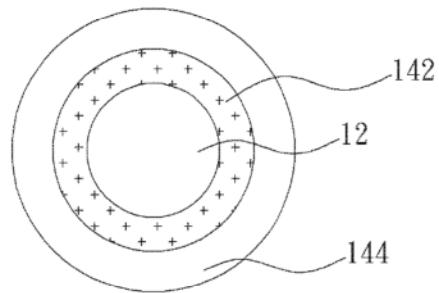


FIG. 1C

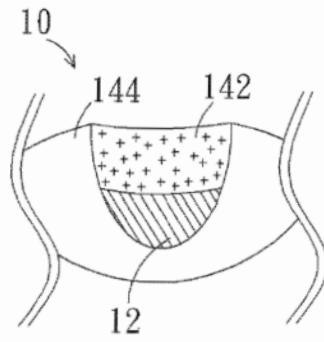


FIG. 2A

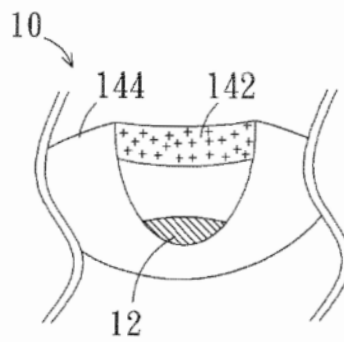


FIG. 2B

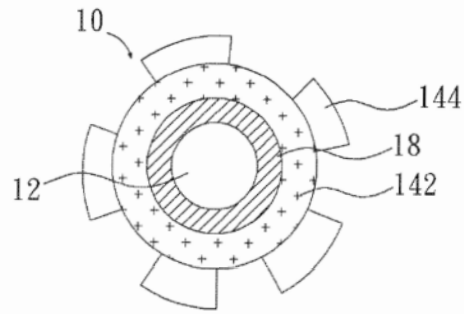


FIG. 3A

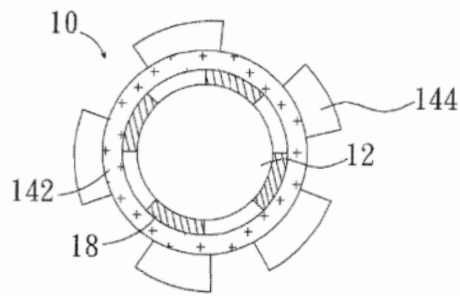


FIG. 3B

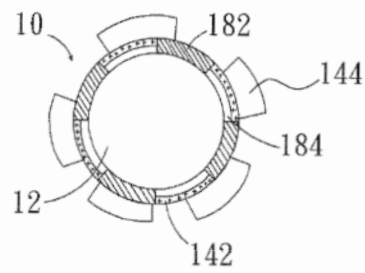


FIG. 3C