

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 806**

51 Int. Cl.:

**H01M 4/38** (2006.01)  
**H01M 4/62** (2006.01)  
**H01M 4/70** (2006.01)  
**H01M 4/134** (2010.01)  
**H01M 10/052** (2010.01)  
**H01M 2/16** (2006.01)  
**H01M 4/02** (2006.01)  
**H01M 2/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2017** **E 17195814 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.01.2020** **EP 3309875**

54 Título: **Electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada**

30 Prioridad:

**12.10.2016 US 201662407004 P**

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

**03.08.2020**

73 Titular/es:

**PROLOGIUM TECHNOLOGY CO., LTD. (50.0%)**  
**No. 6-1, Ziqiang 7th Rd., Zhongli Dist.**  
**Taoyuan City 320, TW y**  
**PROLOGIUM HOLDING INC. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**YANG, SZU-NAN**

74 Agente/Representante:

**TOMAS GIL, Tesifonte Enrique**

**ES 2 776 806 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

Electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada

### ANTECEDENTES

#### 1. Campo técnico

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un electrodo, en particular a un electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

10 **[0002]** En comparación con el sistema actual de batería sin litio, el sistema de batería de litio tiene ventajas de alto voltaje de operación (hasta 3,6 V), alta densidad de energía (hasta 120 Wh/kg), peso ligero, vida útil más larga, respetuosa con el medio ambiente, etc. Según el historial de investigación del sistema de batería de litio, la primera batería de litio desarrollada es la batería recargable de metal de litio que tiene una densidad de energía bastante alta pero, mientras tanto, tiene serios problemas de estabilidad y seguridad debido a la alta capacidad de reacción química del electrolito. Teniendo en cuenta el problema de seguridad del sistema de batería de metal de litio, los desarrollos de la batería de litio recargable se centran gradualmente en el sistema de batería de aleación de litio recargable y el sistema de batería de iones de litio recargable.

15 **[0003]** En cuanto a los rendimientos del sistema de batería, a excepción del requisito de seguridad, es crucial garantizar que la capacidad del sistema de batería es suficiente para soportar la duración del funcionamiento del dispositivo. En consecuencia, la capacidad del sistema de batería se convierte de nuevo en un importante problema de desarrollo. En el pasado, el desarrollo del sistema de batería de metal de litio se suspendió debido a su problema de seguridad. En comparación con los sistemas de iones de litio y de polímero de litio, la densidad de energía del sistema de metal de litio es mucho mayor que la de otros sistemas. Sin embargo, dado que el metal de litio tiene una alta actividad química, se produce una reacción extrema de oxidación-reducción si el metal de litio no se almacena u opera en las condiciones adecuadas. Prácticamente, el sistema de batería de metal de litio es bastante adecuado para el dispositivo eléctrico inteligente actual solo si se pueden solucionar los problemas de seguridad, procesamiento y almacenamiento del metal de litio.

20 **[0004]** Sin embargo, el electrolito del sistema de batería de iones de litio es el líquido que comprende disolventes orgánicos, de modo que inevitablemente se producen problemas de evaporación e ignición. Además, el electrolito tiene fugas debido al mal sellado de la batería y esto causa el problema de seguridad. Recientemente, para garantizar la seguridad, se desarrolló el sistema de batería de polímero de litio recargable. Los disolventes orgánicos originales se sustituyen por el electrolito de polímero para mejorar la seguridad del sistema de batería de litio.

25 **[0005]** La solicitud de patente de EE. UU. 2016/0111701 A1 da a conocer un separador que presenta un primer diafragma de polímero y un segundo diafragma de polímero y una capa entre el primer diafragma de polímero y el segundo diafragma de polímero que incluye partículas con baja elasticidad, caracterizado por que el primer diafragma de polímero y el segundo diafragma de polímero están interconectados, lo que puede ser periódicamente, por primeros elementos de soporte. Además, se proporcionan una celda galvánica y una batería que presenta dicho separador.

30 El documento JP H08-255610 da a conocer un electrodo negativo que comprende al menos un electrodo negativo, un separador, un electrodo positivo, un electrolito, un electrodo colector y una caja de batería, caracterizado por que el electrodo negativo está compuesto de un material revestido de un metal que forma una aleación con al menos litio y un metal que apenas forma una aleación con litio.

35 La solicitud de patente de EE. UU. 2016/293943 A1 da a conocer una estructura de batería con un cátodo, un electrolito y un ánodo de metal de litio recubierto con un recubrimiento compuesto, caracterizado por que el recubrimiento compuesto incluye una mezcla de un polímero y una fibra de refuerzo y es poroso o no poroso.

40 **[0006]** Por consiguiente, se proporciona un electrodo de metal de litio para solucionar los problemas anteriores.

### RESUMEN DE LA INVENCION

45 **[0007]** Un objetivo de esta invención es proporcionar un electrodo de metal de litio según la reivindicación 1 y su batería de metal de litio relacionada. La capa de aislamiento de la capa de aislamiento eléctrico poroso del electrodo de metal de litio puede proporcionar una región específica para el recubrimiento de la dendrita de litio.

50 **[0008]** Un objetivo de esta invención es proporcionar un electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada. La capa de aislamiento eléctrico porosa inhibe eficazmente la altura del recubrimiento de la dendrita de litio durante la carga debido a la resistencia estructural de la capa de inhibición. La dendrita de litio se recubrirá principalmente de manera horizontal de modo que las regiones específicas formadas mediante la capa de aislamiento eléctrico porosa se utilizan de manera muy eficiente para el revestimiento de dendritas de litio. Por lo tanto, la dendrita de litio no penetrará a través del aislante eléctrico para evitar un cortocircuito interno de la batería.

Mientras tanto, la dendrita de litio se recubre hacia la dirección de la radiación en lugar de hacia la dirección vertical para que el espesor de la batería no se verifique extremadamente.

**[0009]** Un objetivo de esta invención es proporcionar un electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada. La capa de difusión iónica dispuesta dentro del hueco es porosa y está hecha de partículas y/o fibras. La dendrita de litio recubre y hace franjas dentro de los poros de la capa de difusión iónica. Durante el recubrimiento, la dendrita de litio se une a las partículas y/o las fibras de la capa de difusión iónica para mejorar la resistencia de la interfaz de electrolito sólido (SEI). En comparación con el espesor de la SEI (alrededor de 10-50 nanómetros), el cambio de volumen (15-20 micras) del recubrimiento/decapado de la dendrita de litio es demasiado violento y la SEI se dañará gravemente durante el recubrimiento y/o decapado de la dendrita de litio sin proporcionar el soporte de la capa de difusión iónica. La capa de difusión iónica que presenta partículas y/o las fibras pueden proporcionar soporte para la SEI a fin de disminuir la pérdida de capacidad de la batería e incluso, bajo ciertas condiciones, puede reaccionar con la reacción de formar la SEI.

**[0010]** Un objetivo de la presente invención es proporcionar un electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada. Las superficies y/o los poros creados mediante las partículas y/o fibras de la capa de difusión iónica pueden servir como desvíos para el electrolito líquido y/o en gel, de modo que el recubrimiento/decapado de la dendrita de litio puede ser más eficiente para una interfaz continua del electrolito. Además, la interfaz entre la dendrita de litio y el electrolito se puede mantener completa para que se pueda reducir la resistencia de la interfaz y la uniformidad del revestimiento de la dendrita de litio se puede revelar mediante el control de la sobretensión de la interfaz.

**[0011]** La presente invención dio a conocer un electrodo de metal de litio que comprende una toma de corriente, al menos una capa de metal de litio, al menos un marco de aislamiento, una capa de aislamiento eléctrico porosa y una capa de difusión iónica. La toma de corriente presenta al menos un hueco que presenta una pared lateral interior y una superficie inferior, donde se coloca la capa de metal de litio. El marco de aislamiento está dispuesto a lo largo de una periferia de la abertura del hueco. El marco de aislamiento se extiende radialmente hacia afuera de la abertura para cubrir parcialmente una superficie superior de la toma de corriente y se extiende verticalmente hacia la pared lateral interior del hueco. El marco de aislamiento entra en contacto con una superficie superior de la capa de metal de litio para que la pared lateral interior del hueco esté completamente cubierta para aislarla eléctricamente. La capa de aislamiento eléctrico porosa cubre la abertura del hueco y presenta una pluralidad de agujeros pasantes. La capa de difusión iónica porosa está dispuesta dentro del hueco y está completamente bajo la capa de aislamiento eléctrico porosa y los agujeros pasantes. El diámetro del agujero pasante es menor que el diámetro del hueco.

**[0012]** La presente invención da a conocer una batería de metal de litio que comprende un electrodo de metal de litio, un electrodo de cátodo, un aislante eléctrico y un marco de sellado, donde el electrodo de metal de litio comprende una toma de corriente, al menos una capa de metal de litio, al menos un marco de aislamiento, una capa de aislamiento eléctrico porosa y una capa de difusión iónica. La toma de corriente presenta al menos un hueco que presenta una pared lateral interior y una superficie inferior, donde se coloca la capa de metal de litio. El marco de aislamiento está dispuesto a lo largo de una periferia de la abertura del hueco. El marco de aislamiento se extiende radialmente hacia afuera de la abertura para cubrir parcialmente una superficie superior de la toma de corriente y se extiende verticalmente hacia la pared lateral interior del hueco. El marco de aislamiento entra en contacto con una superficie superior de la capa de metal de litio para que la pared lateral interior del hueco esté completamente cubierta para aislarla eléctricamente. La capa de aislamiento eléctrico porosa cubre la abertura del hueco y presenta una pluralidad de agujeros pasantes. La capa de difusión iónica porosa está dispuesta dentro del hueco y está completamente bajo la capa de aislamiento eléctrico porosa y los agujeros pasantes. El diámetro del agujero pasante es menor que el diámetro del hueco. El marco de sellado está dispuesto en una periferia interior a lo largo tanto de la primera toma de corriente del electrodo de metal de litio como de la segunda toma de corriente del electrodo de cátodo para el sellado.

**[0013]** La presente invención da a conocer una batería de metal de litio que comprende un electrodo de metal de litio, un electrodo de cátodo, un aislante eléctrico y un marco de sellado, donde el electrodo de metal de litio comprende una toma de corriente, al menos una capa de metal de litio, al menos un marco de aislamiento, una capa de aislamiento eléctrico porosa y una capa de difusión iónica. La toma de corriente presenta al menos un hueco que presenta una pared lateral interior y una superficie inferior, donde se coloca la capa de metal de litio. El marco de aislamiento está dispuesto a lo largo de una periferia de la abertura del hueco. El marco de aislamiento se extiende radialmente hacia afuera de la abertura para cubrir parcialmente una superficie superior de la toma de corriente y se extiende verticalmente hacia la pared lateral interior del hueco. El marco de aislamiento entra en contacto con una superficie superior de la capa de metal de litio para que la pared lateral interior del hueco esté completamente cubierta para aislarla eléctricamente. La capa de aislamiento eléctrico porosa cubre la abertura del hueco y presenta una pluralidad de agujeros pasantes. La capa de difusión iónica porosa está dispuesta dentro del hueco y está completamente bajo la capa de aislamiento eléctrico porosa y los agujeros pasantes. El diámetro del agujero pasante es menor que el diámetro del hueco. El marco de sellado está dispuesto en correspondencia con el marco de aislamiento a fin de que la batería pueda sellarse tanto por medio del marco de sellado como del marco de aislamiento.

**[0014]** De acuerdo con el electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada, la dendrita de litio solo se recubrirá dentro de la región específica definida por medio del hueco de la toma de corriente, el marco de aislamiento, la capa de aislamiento porosa, así como la capa de difusión iónica. Por lo tanto, la dendrita de litio no penetrará a través del aislante eléctrico de la batería. No ocurrirá el cortocircuito interno de la batería y la seguridad de la batería puede mejorarse.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0015]** La presente invención se entenderá mejor a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación solo a título ilustrativo, y por lo tanto no son limitativas de la presente invención, y en donde:

La figura 1 ilustra un diagrama de sección transversal del electrodo de metal de litio de la presente invención.

La figura 2 ilustra un diagrama de sección transversal del electrodo de metal de litio de la presente invención.

La figura 3 ilustra un diagrama de sección transversal del electrodo de metal de litio de la presente invención.

La figura 4 ilustra un diagrama de sección transversal de la batería de metal de litio de la presente invención.

La figura 5 ilustra un diagrama de sección transversal de la batería de metal de litio de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

**[0016]** Como se ilustra en la figura 1, el electrodo de metal de litio 10 comprende una toma de corriente 102, al menos una capa de metal de litio 106, al menos un marco de aislamiento 104, una capa de aislamiento eléctrico porosa 110 y una capa de difusión iónica 108. La toma de corriente 102 presenta al menos un hueco W que presenta una pared lateral interior y una superficie inferior, donde se coloca la capa de metal de litio 106. La capa de aislamiento eléctrico porosa 110 cubre la abertura del hueco W y tiene una pluralidad de agujeros pasantes H. La capa de aislamiento eléctrico porosa 110 se extiende además radialmente hacia afuera del marco de aislamiento 104 y al menos lo cubre parcialmente. La capa de difusión iónica porosa 108 está dispuesta dentro del hueco W y está completamente bajo la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 y los agujeros pasantes H. El diámetro del agujero pasante H es menor que el diámetro del hueco W.

**[0017]** Debido al espesor de la capa de metal de litio 106, además de que la superficie inferior del hueco W está cubierta por medio de la capa de metal de litio 106, algunas partes de la pared lateral interior del hueco W también están cubiertas por medio de la capa de metal de litio 106. El resto de la pared lateral interior del hueco W está cubierto por medio del marco de aislamiento 104. El marco de aislamiento 104 entra en contacto con la superficie superior del hueco W directamente. En consecuencia, toda la pared lateral interior y la superficie inferior del hueco W están cubiertas por todos sitios. Dado que ninguna parte de la superficie del hueco W está expuesta, como las placas y/o franjas de iones de litio, la mayoría de las dendritas de litio pueden formarse en la superficie de la capa de metal de litio 106; el resto de las dendritas de litio se formarían cerca de la capa de metal de litio 106. Si alguna parte de la superficie del hueco W está expuesta, las dendritas de litio se formarían directamente en la superficie expuesta del hueco W de la toma de corriente 102, que tiene un voltaje de reacción más cercano al voltaje de reacción del litio, y se agotarían más iones de litio después de cada ciclo. La capa de difusión iónica 108 está dispuesta dentro del hueco W de la toma de corriente 102 y es adyacente a la capa de metal de litio 106. La capa de difusión iónica 108 puede entrar en contacto directa o indirectamente con la capa de metal de litio 106 o, bajo ciertas condiciones, la capa de difusión iónica 108 ni siquiera entra en contacto con la capa de metal de litio 106. La capa de difusión iónica 108 está dispuesta por completo dentro del hueco W. La capa de difusión iónica 108 se coloca totalmente dentro del hueco W y no penetra en la capa de aislamiento eléctrico porosa 110. Es decir, la capa de difusión iónica 108 no se coloca dentro de los agujeros pasantes H de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110.

**[0018]** Como se ilustra en la figura 1, los agujeros pasantes H de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 son uniformes, es decir, los diámetros de todos los agujeros pasantes H de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 son iguales. En cambio, como se ilustra en la figura 2, los agujeros pasantes H de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 no son uniformes, es decir, los diámetros de los agujeros pasantes H de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 no son iguales. En cuanto al hueco W de la toma de corriente 102, la toma de corriente 102 puede tener más de un hueco W. Los huecos W de la toma de corriente 102 son uniformes o no uniformes. Prácticamente, la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 que tiene los agujeros pasantes uniformes H puede hacerse coincidir con la toma de corriente 102 que tiene solo un hueco W, con la toma de corriente 102 que tiene los huecos W de tamaño uniforme o con la toma de corriente 102 que tiene huecos W con un tamaño no uniforme. En cambio, la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 que tiene los agujeros pasantes H no uniformes puede hacerse coincidir con todos los tipos de la toma de corriente 102 mencionada anteriormente, dependiendo de los diferentes requisitos del diseño de la celda. Independientemente del tipo de combinaciones mencionadas anteriormente, los diámetros de los agujeros pasantes H deben ser más pequeños que los diámetros de los huecos W. Más precisamente, los diámetros de los agujeros pasantes H no son mayores de 1 micra; los diámetros de los huecos W no son inferiores a 50 micras. El diámetro del hueco W depende principalmente del área activa de la batería. Además, la profundidad del hueco W varía entre 15~40 micras.

**[0019]** La abertura de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 varía entre el 25 y el 80 %. La abertura de la toma de corriente 102 varía entre un 40 y 99,5 %, donde la abertura más alta puede revelarse en el caso del electrodo de metal de litio (no se muestra) presentando un borde estrecho. El espesor de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 varía de 1 a 23 micras; el espesor de la toma de corriente 102 varía entre 16 y 50 micras. De acuerdo con el espesor de la toma de corriente 102 y la profundidad del hueco W, el espesor de la toma de corriente 102, excluyendo el hueco W, varía de 1 a 10 micras.

**[0020]** El material de la toma de corriente 102 puede ser metal o cualquier otro material conductor, como cobre, níquel, acero o cualquier combinación de los mismos. En función del requisito de capacidad y diseño, el espesor de la capa de metal de litio 106 varía entre 0,3 y 5 micras. La superficie exterior de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 está hecha de material no conductor. Como la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 es una estructura de una sola capa, el material de la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 está aislado, tal como un material de polímero de aislamiento, un material de cerámica de aislamiento, un material de vidrio de aislamiento, un material de fibra de vidrio de aislamiento y cualquier combinación de los mismos. El material de polímero de aislamiento incluye poliimida, tereftalato de polietileno, poliuretano, poliacrilato, epoxi o silicona. El material de fibra de vidrio de aislamiento incluye material de fibra de vidrio epoxi de clase FR4. Como la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 es una estructura de múltiples capas, además del material mencionado anteriormente, la capa de aislamiento eléctrico porosa 110 está hecha del material con aislamiento eléctrico, de cualquier material que tenga un revestimiento con aislamiento eléctrico o de cualquier material completamente cubierto por medio de un material con aislamiento eléctrico. Además, la capa de difusión iónica 108 es porosa y puede estar hecha de material polimérico, material cerámico, material de vidrio, material de fibra y cualquier combinación de los mismos. Los poros de la capa de difusión iónica 108 pueden hacerse mediante el apilamiento de partículas y/o el cruce de fibras. Las partículas incluyen partículas cerámicas, partículas de polímero y/o partículas de vidrio. Las fibras incluyen fibras poliméricas y/o fibras de vidrio. La superficie de la capa de difusión iónica 108 puede tratarse de manera adicional para crear una superficie cargada que lleva aniones y/o cationes. Por ejemplo, la superficie cargada con cationes de la capa de difusión iónica 108 puede reducir el efecto de doble capa eléctrica para la migración de la polarización de iones de litio durante la carga. La superficie cargada con aniones de la capa de difusión iónica 108 puede ser útil para la distribución de los iones de litio.

**[0021]** En la figura 3, el marco de aislamiento 104 se muestra como una estructura de múltiples capas. El marco de aislamiento 104 tiene una primera capa de adhesión AD1 para adherirse. El material de la primera capa de adhesión AD1 se selecciona del grupo que consiste en un polímero termoendurecible, polímero termoplástico y cualquier combinación de los mismos, donde el polímero termoendurecible se selecciona del grupo que consiste en silicona, epoxi, resina de ácido acrílico y cualquier combinación de los mismos y el polímero termoplástico se selecciona del grupo que consiste en polietileno, polipropileno, poliimida termoplástica, poliuretano termoplástico y cualquier combinación de los mismos. El material de la primera capa de adhesión AD1 se seleccionaría mejor del material inerte a los electrolitos, como silicona, polietileno, polipropileno, poliimida termoplástica, etc. Por lo tanto, la primera capa de adhesión AD1 no reaccionaría con el electrolito, especialmente el electrolito en fase líquida y/o el electrolito en fase de gel, de modo que la capacidad de adhesión de la primera capa de adhesión AD1 no se reduciría. Además, se aplica una segunda capa de adhesión AD2 para adherir el marco de aislamiento 104 (y/o la toma de corriente 102, que no se muestra) y la capa de aislamiento eléctrico porosa 110. El material de la segunda capa de adhesión AD2 puede o no seleccionarse del material mencionado para la primera capa de adhesión AD1. De manera similar, el material de la segunda capa de adhesión AD2 sería mejor elegir el material que no reaccione con el electrolito, especialmente el electrolito en fase líquida y/o el electrolito en fase de gel, de modo que la segunda capa de adhesión AD2 no se disolvería, hincharía y/o deterioraría. Para hacer que el electrodo sea más fino, el espesor de la primera capa de adhesión AD1 variaría entre 1 y 30 micras; el espesor de la segunda capa de adhesión AD2 también variaría entre 1 y 30 micras. Por consiguiente, la distancia de migración del ion de litio dentro de los electrodos de metal de litio 10 no aumentaría, de modo que la capacidad de la batería no disminuiría. Aunque la primera capa de adhesión AD1 y la segunda capa de adhesión AD2 se ilustran en la Fig. 3, en la práctica, la aplicación de la primera capa de adhesión AD1 y la segunda capa de adhesión AD2 se puede seleccionar dependiendo de los diferentes requisitos.

**[0022]** En la figura 4, se ilustra una batería de metal de litio. La batería de metal de litio 50a comprende un electrodo de metal de litio 10, un electrodo de cátodo 30, un aislante eléctrico 20 y un marco de sellado 40. El electrodo de cátodo 30, que comprende una segunda toma de corriente 302 y una capa de material activo de cátodo 304, está dispuesto en correspondencia con el electrodo de metal de litio 10. El aislante eléctrico 20 está dispuesto entre el electrodo de cátodo 30 y el electrodo de metal de litio 10. El marco de sellado 40 está dispuesto en una periferia interior a lo largo tanto de la primera toma de corriente 102 del electrodo de metal de litio 10 como de la segunda toma de corriente 302 del electrodo de cátodo 30 para el sellado. La mayor parte del marco de sellado 40 está dispuesto ortogonalmente dentro de una periferia del electrodo de metal de litio 10 y/o el electrodo de cátodo 30. Es decir, la mayor parte del marco de sellado 40 está dispuesta en la superficie interna del electrodo de metal de litio 102 y en la superficie interna del electrodo de cátodo 302 en lugar de extenderse hasta la periferia externa tanto de la primera toma de corriente 102 del electrodo de metal de litio 10b y la segunda toma de corriente 302 del electrodo de cátodo 30.

**[0023]** Por supuesto, lo mencionado anteriormente se refiere principalmente a la mayor parte del marco de sellado 40, es decir, en cierto caso, como el caso de que la primera toma de corriente 102 y la segunda toma de corriente 302 no tienen la misma área, algunas partes del marco de sellado 40 se extienden hacia la periferia exterior tanto de la primera toma de corriente 102 del electrodo de metal de litio 10 como de la segunda toma de corriente 302 del electrodo de cátodo 30.

**[0024]** En la figura 5, se ilustra una batería de metal de litio. La batería de metal de litio 50b comprende un electrodo de metal de litio 10, un electrodo de cátodo 30, un aislante eléctrico 20 y un marco de sellado 40. El electrodo de cátodo 30, que comprende una segunda toma de corriente 302 y una capa de material activo de cátodo 304, está dispuesto en correspondencia con el electrodo de metal de litio 10. El aislante eléctrico 20 está dispuesto entre el electrodo de cátodo 30 y el electrodo de metal de litio 10. El marco de sellado 40 está dispuesto en correspondencia con el marco de aislamiento 104, y el marco de sellado 40 se adhiere al marco de aislamiento 104 para sellar la batería de metal de litio 50b. Más en concreto, cada hueco W se ha sellado por medio del marco de sellado 40. Ocasionalmente, el marco de sellado 40 se adhiere al marco de aislamiento 104 adicionalmente por medio de una tercera capa de adhesión (no se muestra).

**[0025]** El aislante eléctrico 20 mencionado anteriormente es un conductor iónico y puede ser un separador de polímeros, un separador de polímeros presentando recubrimientos, un separador de cerámica o un electrolito sólido. Como el sistema electrolítico de la batería de metal de litio 50a y 50b tiene un electrolito en fase líquida, un electrolito en fase de gel o un electrolito en fase híbrida, el aislante eléctrico 20 puede seleccionarse de entre el separador polimérico, el separador de polímeros presentando recubrimientos y/o un separador de cerámica. Como el electrolito de la batería de metal de litio 50a y 50b es un electrolito en fase sólida, el aislante eléctrico 20 puede ser el electrolito sólido.

**[0026]** El mecanismo de la presente invención se describirá más adelante. La capa de aislamiento eléctrico porosa está dispuesta en la toma de corriente. La capa de metal de litio está dispuesta en la superficie inferior del hueco de la toma de corriente. La capa de difusión iónica está dispuesta dentro del hueco. Por consiguiente, los iones de litio del electrolito migrarán a través del agujero pasante de la capa de aislamiento eléctrico porosa y se acercarán a la capa de difusión iónica, humedecida o manchada con el electrolito líquido y/o el electrolito en gel, dentro del hueco de la toma de corriente. Los iones de litio pueden transferirse a través de los poros formados a través de las partículas y/o fibras de la capa de difusión iónica. En algunos casos, los iones de litio se recubrirían como una dendrita o formarían una SEI en la superficie externa de la capa de difusión iónica. La dendrita de litio recubre y hace franjas dentro de los poros de la capa de difusión iónica. Durante el recubrimiento, la dendrita de litio se une a las partículas y/o las fibras de la capa de difusión iónica para mejorar la resistencia de la interfaz de electrolito sólido (SEI), especialmente la capa de difusión iónica que tiene una superficie cargada. Es decir, la tensión superficial de la SEI se libera al unirse bien a la capa de difusión iónica para que la SEI se vuelva mucho más estable. En comparación con el espesor de la SEI (alrededor de 10~50 nanómetros), el cambio de volumen (15-20 micras) del recubrimiento/decapado de la dendrita de litio es demasiado violento y la SEI se dañará gravemente durante el recubrimiento y/o decapado de la dendrita de litio sin proporcionar el soporte de la capa de difusión iónica. La capa de difusión iónica que presenta partículas y/o las fibras pueden proporcionar soporte para la SEI a fin de disminuir la pérdida de capacidad de la batería e incluso, bajo ciertas condiciones, puede reaccionar con la reacción de formar la SEI.

**[0027]** Los huecos de la toma de corriente y la capa de aislamiento eléctrico porosa inhiben eficientemente la altura del recubrimiento de la dendrita de litio durante la carga debido a la resistencia estructural de la capa de aislamiento eléctrico porosa. La dendrita de litio se recubrirá principalmente de manera horizontal, de modo que las regiones específicas dentro de los pocillos se utilizan mucho y de manera eficiente para el recubrimiento de la dendrita de litio. Por lo tanto, la dendrita de litio no penetrará a través del aislante eléctrico para evitar un cortocircuito interno de la batería. Mientras tanto, la dendrita de litio se recubre hacia la dirección de la radiación en lugar de hacia la dirección vertical para que el espesor de la batería no se verifique extremadamente.

**[0028]** Las superficies y/o los poros creados por medio de las partículas y/o fibras de la capa de difusión iónica pueden servir como desvíos para el electrolito líquido y/o en gel, de modo que el recubrimiento/decapado de la dendrita de litio puede ser más eficiente para la interfaz continua del electrolito. Además, la interfaz entre la dendrita de litio y el electrolito se puede mantener completa para que se pueda reducir la resistencia de la interfaz y la uniformidad del revestimiento de la dendrita de litio se puede revelar mediante el control de la sobretensión de la interfaz.

**[0029]** Las dos formas de realización de la batería de metal de litio ilustradas anteriormente pueden diferir principalmente debido a los módulos del paquete. Una, como se ilustra en la figura 4, es sellar la periferia de toda la batería; otra, como se ilustra en la figura 5, es sellar cada hueco individualmente. Los rendimientos eléctricos y de seguridad de ambas baterías 50a y 50b se mantienen bien, incluso si se empaquetan de diferentes maneras. El carácter más distinguido entre estas dos formas de realización es que la que está sellada a lo largo de la periferia tiene una mejor capacidad de flexión. La que está sellada para cada hueco individualmente es más rígida y tiene poca flexibilidad.

5 **[0030]** En consecuencia, la capa de aislamiento y la capa de inhibición tienen una resistencia estructural suficiente para inhibir la dirección de formación de la dendrita de litio de modo que el módulo de Young de la capa de aislamiento y de la capa de inhibición deben ser lo suficientemente altos. Además, la batería de metal de litio se vuelve más flexible ya que la batería está sellada solo a lo largo de su periferia. En cambio, la batería de metal de litio se vuelve más rígida a medida que la batería se sella por medio de cada hueco individualmente.

10 **[0031]** En comparación con la técnica anterior, el electrodo de metal de litio y su batería de metal de litio relacionada descrita en la presente invención pueden mejorar la seguridad de la batería mediante la capa de aislamiento eléctrico porosa aislada eléctricamente para inhibir las direcciones y regiones de formación de la dendrita de litio.

**REIVINDICACIONES**

1. Electrodo de metal de litio, que comprende:
  - 5 una toma de corriente, presentando al menos un hueco presentando una pared lateral interior y una superficie inferior;
  - al menos una capa de metal de litio, dispuesta en la superficie inferior del hueco y que cubre algunas partes de la pared lateral interior del hueco, y la capa de metal de litio presenta un espesor;
  - 10 al menos un marco de aislamiento, dispuesto a lo largo de la periferia de una abertura del hueco, y el marco de aislamiento se extiende radialmente hacia afuera de la abertura para cubrir una superficie superior de la toma de corriente parcialmente y se extiende verticalmente hacia la pared lateral interior del hueco, y el marco de aislamiento hace contacto con una superficie superior de la capa de metal de litio para que la pared lateral interior del hueco esté completamente cubierta para aislarla eléctricamente;
  - 15 una capa de aislamiento eléctrico porosa, cubriendo la abertura del hueco y presentando una pluralidad de agujeros pasantes, y el diámetro del agujero pasante es menor que el diámetro del hueco; y
  - al menos una capa de difusión iónica, dispuesta dentro del hueco y debajo de la capa de aislamiento eléctrico porosa y de los agujeros pasantes por completo, y la capa de difusión iónica es porosa.
2. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el espesor de la toma de corriente varía entre 16~50 micras.
3. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde la profundidad del hueco varía entre 15~40 micras.
- 20 4. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el espesor de la toma de corriente excluyendo el hueco varía entre 1~10 micras.
5. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el marco de aislamiento es una estructura de una sola capa o una estructura de múltiples capas.
- 25 6. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 5, donde el material del marco de aislamiento está hecho de material con aislamiento eléctrico, de cualquier material que presente un revestimiento con aislamiento eléctrico o de cualquier material completamente cubierto por medio de un material con aislamiento eléctrico.
7. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde la capa de aislamiento eléctrico porosa es una estructura de una sola capa o una estructura de múltiples capas.
- 30 8. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 7, donde un material de la capa de aislamiento eléctrico porosa está hecho de material con aislamiento eléctrico, de cualquier material que presente un revestimiento con aislamiento eléctrico o de cualquier material completamente cubierto por medio de un material con aislamiento eléctrico.
9. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde los diámetros de los agujeros pasantes son uniformes o no son uniformes.
- 35 10. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 9, donde los diámetros de los agujeros pasantes no son mayores de 1 micra.
11. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el espesor de la capa de aislamiento eléctrico porosa varía entre 1~25 micras.
- 40 12. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde la capa de aislamiento eléctrico porosa se extiende además radialmente hacia afuera del marco de aislamiento y al menos cubre parcialmente el marco de aislamiento.
13. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde la toma de corriente se adhiere al marco de aislamiento de manera adicional a través de una segunda capa de adhesión.
- 45 14. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 13, donde el espesor de la segunda capa de adhesión varía entre 1~30 micras.
15. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el marco de aislamiento se adhiere a la capa de aislamiento eléctrico porosa de manera adicional por medio de una segunda capa de adhesión.
16. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 15, donde el espesor de la segunda capa de adhesión varía entre 1~30 micras.

17. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde el material de la capa de difusión iónica se selecciona del grupo que consiste en material polimérico, material cerámico, material de vidrio, material fibroso y cualquier combinación de los mismos.
- 5 18. Electrodo de metal de litio según la reivindicación 1, donde la capa de difusión iónica presenta una superficie cargada, y la superficie cargada transporta aniones y/o cationes.
19. Electrodo de metal de litio de acuerdo con la reivindicación 1, donde el espesor de la capa de metal de litio varía entre 0,3~5 micras.
20. Batería de metal de litio, comprendiendo:
- 10 el electrodo de metal de litio según la reivindicación 1;
- un electrodo de cátodo, dispuesto en correspondencia con el electrodo de metal de litio y presentando una segunda toma de corriente y una capa de material activo de cátodo;
- un aislante eléctrico, dispuesto entre el electrodo de cátodo y el electrodo de metal de litio y presentando al menos un electrolito; y
- 15 un marco de sellado, dispuesto en una periferia interior a lo largo de las dos de la primera toma de corriente del electrodo de metal de litio y la segunda toma de corriente del electrodo de cátodo para el sellado.
21. Batería de metal de litio según la reivindicación 20, donde el aislante eléctrico es un conductor iónico, y el aislante eléctrico es un separador de polímeros, un separador de polímeros presentando recubrimientos, un separador de cerámica o un electrolito sólido.
22. Batería de metal de litio, comprendiendo:
- 20 el electrodo de metal de litio según la reivindicación 1;
- un electrodo de cátodo, dispuesto en correspondencia con el electrodo de metal de litio y presentando una segunda toma de corriente y una capa de material activo de cátodo;
- un aislante eléctrico, dispuesto entre el electrodo de cátodo y el electrodo de metal de litio y presentando al menos un electrolito; y
- 25 un marco de sellado, dispuesto en correspondencia con el marco de aislamiento, el marco de sellado se adhiere al marco de aislamiento para el sellado.
23. Batería de metal de litio según la reivindicación 22, donde el aislante eléctrico es un conductor iónico, y el aislante eléctrico es un separador de polímeros, un separador de polímeros presentando recubrimientos, un separador de cerámica o un electrolito sólido.
- 30 24. Batería de metal de litio según la reivindicación 22, donde la mayor parte del marco de sellado se adhiere al marco de aislamiento de manera adicional por medio de una tercera capa de adhesión.

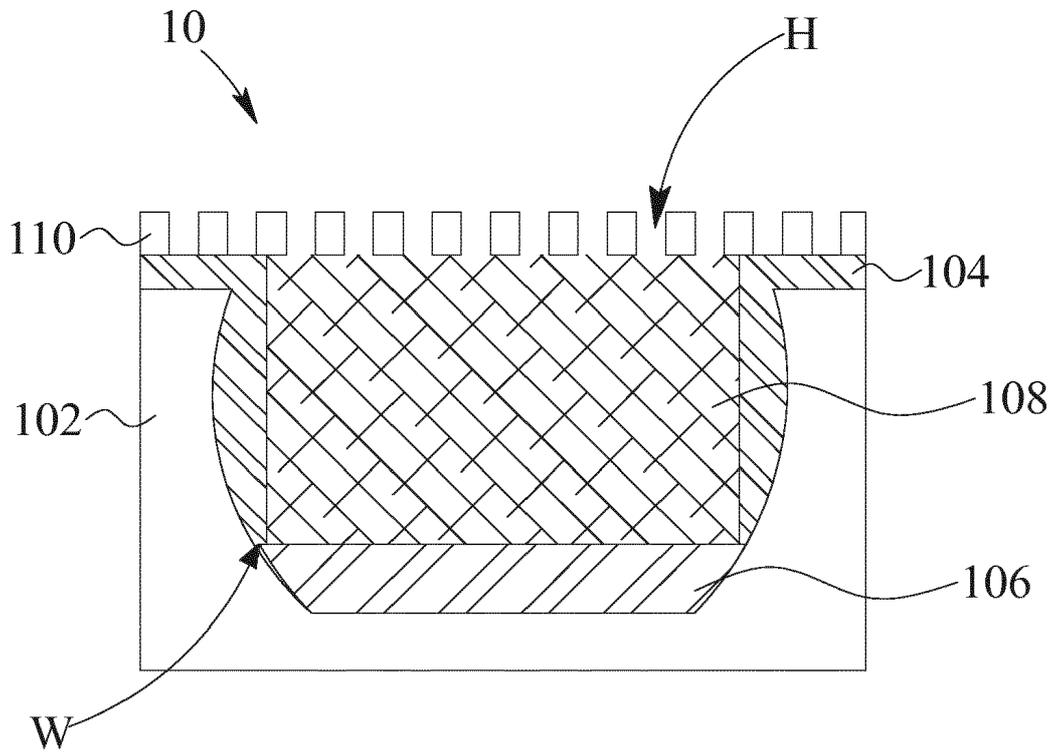


Fig. 1

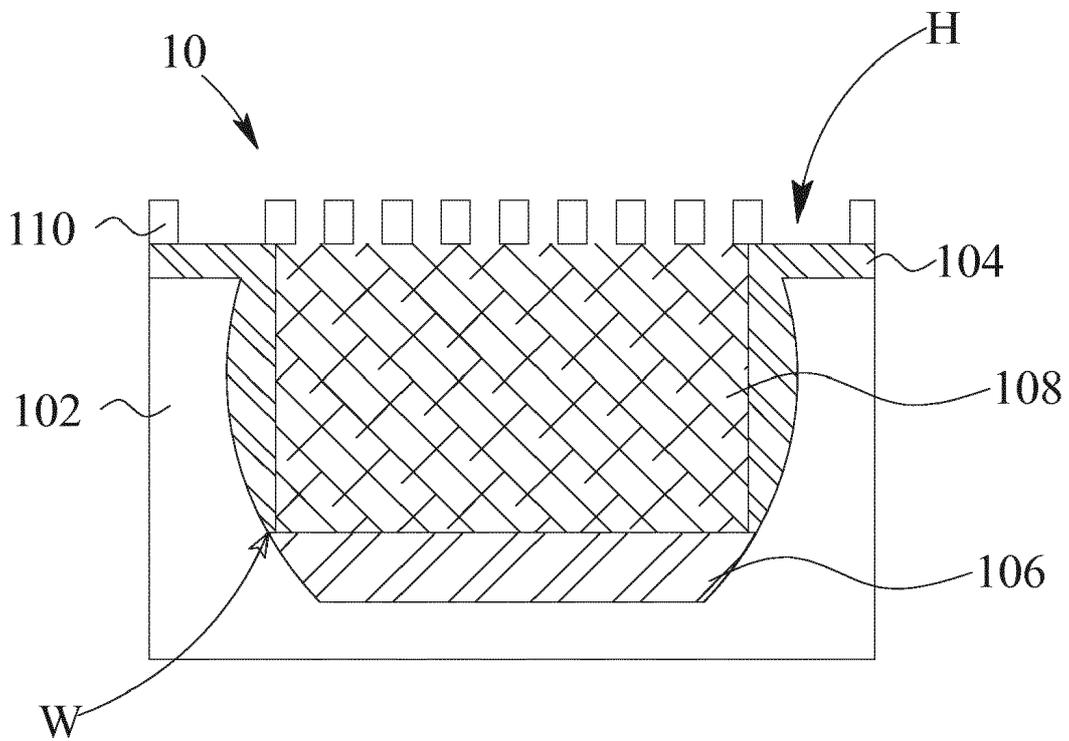


Fig. 2

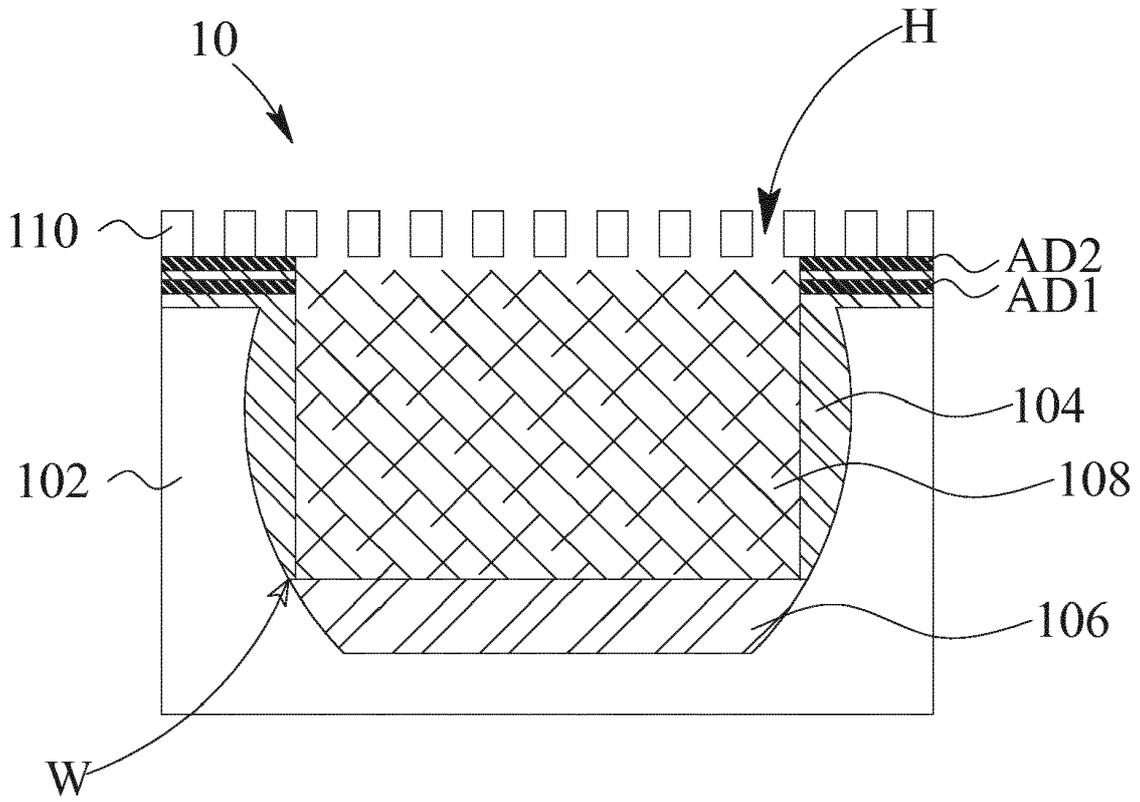


Fig. 3

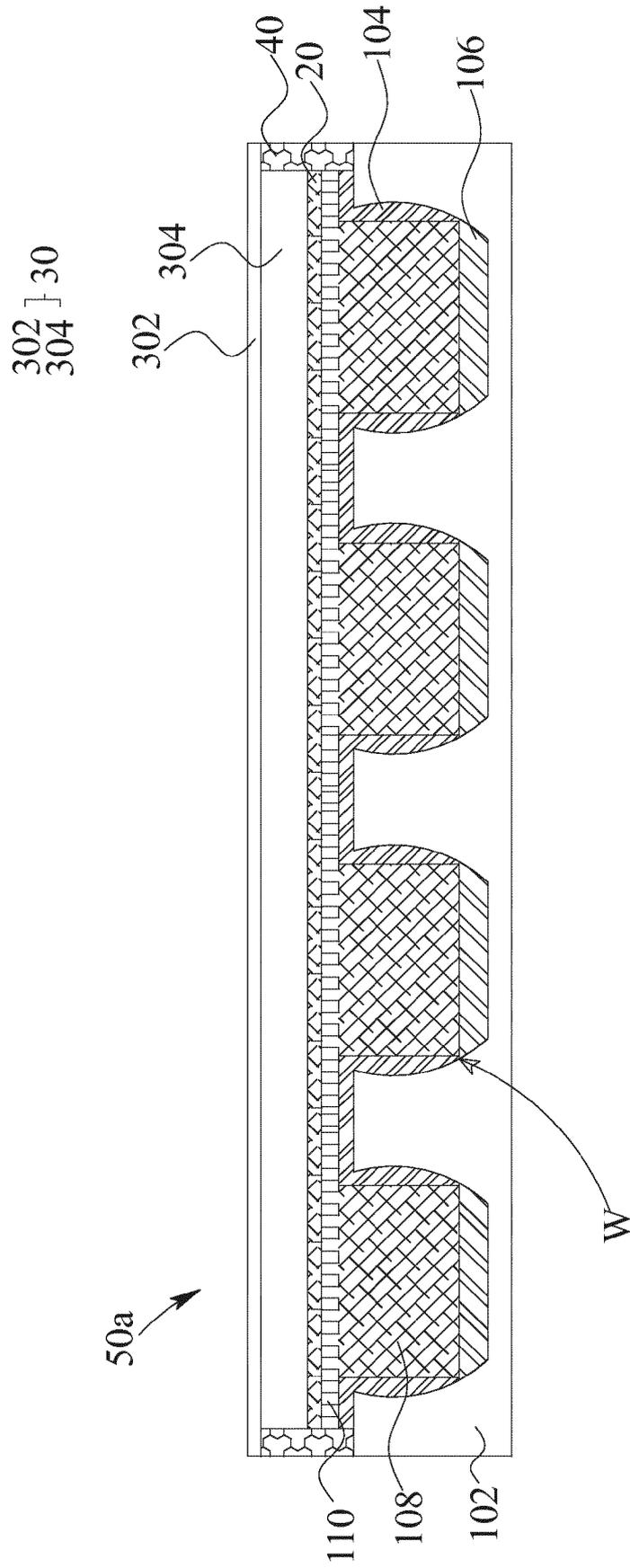


Fig. 4

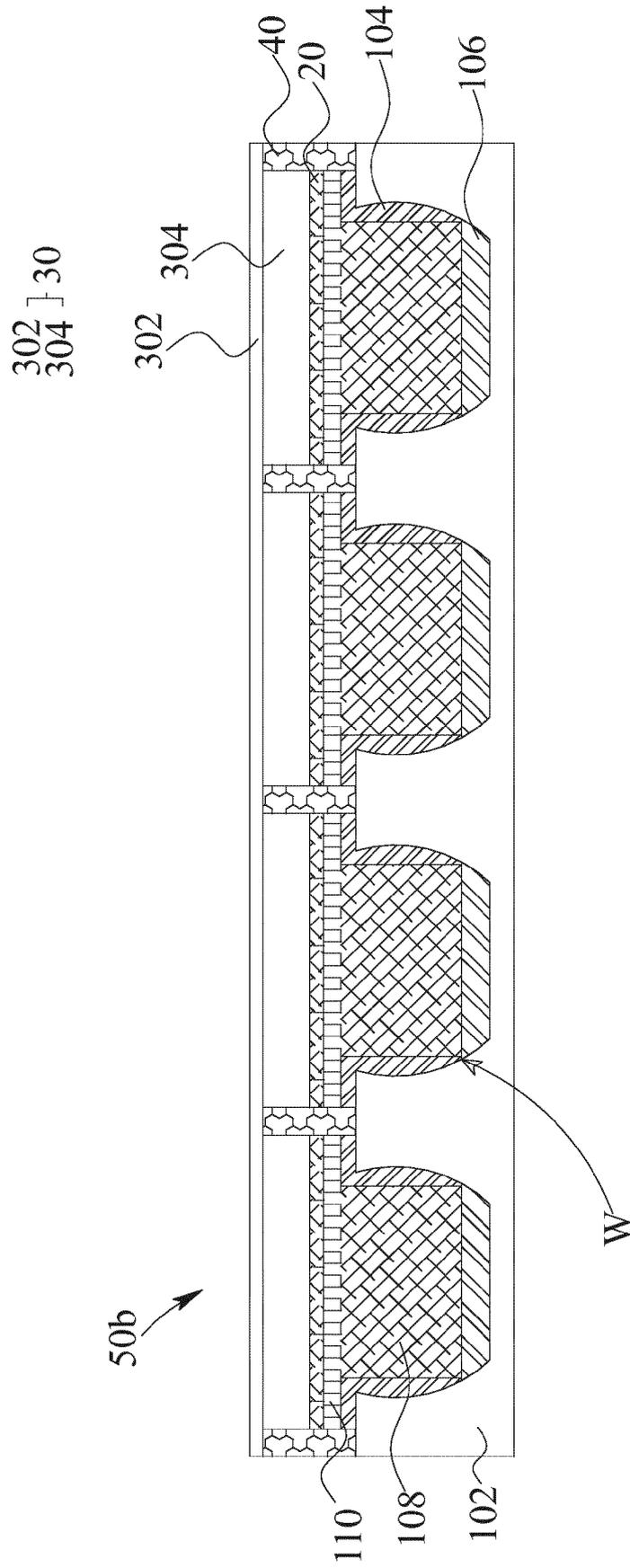


Fig. 5