

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 966 546**

51 Int. Cl.:

H01M 4/134	(2010.01) H01M 50/121	(2011.01)
H01M 4/38	(2006.01) H01M 50/124	(2011.01)
H01M 4/66	(2006.01)	
H01M 4/70	(2006.01)	
H01M 4/74	(2006.01)	
H01M 4/80	(2006.01)	
H01M 10/052	(2010.01)	
H01M 10/056	(2010.01)	
H01M 10/0585	(2010.01)	
H01M 50/105	(2011.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.12.2019** **E 19217650 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023** **EP 3819960**

54 Título: **Estructura de batería de litio y capa de electrodo de la misma**

30 Prioridad:

08.11.2019 US 201916677977

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.04.2024

73 Titular/es:

PROLOGIUM TECHNOLOGY CO., LTD. (50.0%)
No.6-1, Ziqiang 7th Rd., Zhongli Dist.
Taoyuan City 32063, TW y
PROLOGIUM HOLDING INC. (50.0%)

72 Inventor/es:

YANG, SZU-NAN

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 966 546 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

Estructura de batería de litio y capa de electrodo de la misma

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

[0001] La presente invención se refiere a una batería de litio, en particular a una estructura de batería de litio que tiene dos capas de electrodos con la misma polaridad y disposición cara a cara para controlar las regiones para revestir dendritas de litio para mejorar la seguridad del uso de la batería.

Técnica relacionada

[0002] En cuanto a las baterías de litio convencionales, el problema más difícil es la formación de dendritas de litio. Dado que el colector de corriente del electrodo de ánodo (generalmente una lámina de cobre) se acerca al potencial relativo del litio en el estado de 0 voltios, en la reacción electroquímica interna de la batería, la deposición de litio continúa en la superficie del colector de corriente, lo que resulta en la formación de una gran cantidad de dendritas de litio. La formación de dendritas de litio no solo consume la cantidad de litio dentro de la batería, y la capacidad disminuye gradualmente después de los tiempos del ciclo, sino que también puede penetrar a través del separador, una vez que el separador dañado resultaría en escasez interna o explosión.

[0003] Una de las formas comunes de resolver el problema es agregar aditivos al electrolito. Al agregar diferentes aditivos, se reduce la probabilidad de deposición de iones de litio. Por ejemplo, reducir la energía de activación de la formación de la capa SEI (interfaz de electrolito sólido) y evitar la deposición de litio; o proporciona grupos funcionales específicos para formar intermediarios de litio para interferir con la deposición de litio. Además, se usa material activo de electrodo de ánodo específico; por ejemplo, el óxido de litio y titanio (LTO) para evitar que el material activo del electrodo del ánodo se acerque al potencial relativo del litio en el estado de 0 voltios durante el proceso de carga, lo que podría evitar la deposición de litio en la capa del electrodo del ánodo. Sin embargo, los métodos mencionados anteriormente presentan algunos obstáculos para la deposición de litio; el uso de aditivos en el electrolito suele ir acompañado de la aparición de algunos efectos secundarios. Por lo tanto, la deposición de litio se reduce, pero algunos de los efectos secundarios reducirán la eficiencia de la reacción electroquímica interna de la batería. Además, el potencial del óxido de litio y titanio es mayor que el potencial de óxido del litio, aproximadamente 1.5 voltios, cuando se usa óxido de litio y titanio como material activo del ánodo y se usa el material del cátodo existente, el voltaje de descarga de la batería se reducirá a aproximadamente 2.4 V. Bajo la premisa de que la capacitancia teórica del óxido de litio y titanio es comparable a la del grafito, se sacrificará la densidad de energía proporcionada por la batería de óxido de litio y titanio.

[0004] En consecuencia, en la presente invención se describe una estructura de batería de litio con la disposición correspondiente de los dos electrodos mientras se mantiene una alta densidad de energía para superar los problemas anteriores.

[0005] La patente US 2017/092921 A1 divulga una celda de batería que incluye un primer colector de corriente, un cátodo en contacto eléctrico con el primer colector de corriente, y un segundo colector de corriente.

[0006] La patente US 2016/020462 A1 divulga un electrodo de metal de litio que incluye una capa de metal de litio, varias capas de puerta y una capa colectora de corriente que tiene varias aberturas.

[0007] La patente US 10,305,136 B2 divulga un conjunto de electrodos tipo pila que incluye un electrodo más bajo; un electrodo más alto; al menos una pila de unidades entre el electrodo más bajo y el electrodo más alto, al menos una pila de unidades que comprende un electrodo positivo, un electrodo negativo y un separador dispuesto entre el electrodo positivo y el electrodo negativo; y una pluralidad de separadores entre el electrodo más bajo y la pila de unidades, entre las pilas de unidades, y entre la pila de unidades y el electrodo más alto.

[0008] Hou Zhen *et al.*, Journal of Energy Chemistry, vol. 45, 1 de octubre de 2019, páginas 7-17, describen la formación de la interfase de electrolito sólido inferior del ánodo de metal de litio.

[0009] Marcinek *et al.*, Solid State Ionics, vol. 276, 24 de abril de 2015, páginas 107-126 describen electrolitos líquidos, electrolitos poliméricos y líquidos iónicos usados en tecnologías de baterías de litio y/o iones de litio.

[0010] Baskakova *et al.*, Russian Chemical Reviews (Uspekhi Khimii), vol. 81, núm. 4, 30 de abril de 2012, páginas 367-380 describen electrolitos de gel polimérico para baterías de litio.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

[0011] Un objetivo de esta invención es proporcionar una estructura de batería de litio que tiene dos capas de material activo con la misma polaridad y disposición cara a cara. Por lo tanto, la dendrita de litio está limitada a recubrirse entre las dos capas de material activo para evitar que la dendrita de litio revestida penetre a través del separador.

[0012] Además, otro objetivo de esta invención es proporcionar una estructura de batería de litio, que tiene dos sustratos conductores dispuestos cara a cara. El sustrato conductor incluye un área conductora para disponer la capa de material activo, un área aislante de superficie cubierta por la capa de aislamiento y una pluralidad de orificios pasantes llenos con el electrolito.

[0013] Un objetivo de esta invención es proporcionar una estructura de batería de litio. Mediante la disposición cara a cara de las dos capas de material activo negativo y la ubicación de la capa de aislamiento, las dendritas de litio revestidas hacia el separador dentro de los orificios pasantes disminuyen y el cambio de las dendritas de litio revestidas que penetran a través del separador es reducido. Además, las dendritas de litio están controladas para recubrirse entre el área entre las dos capas de material activo con la misma polaridad. Por lo tanto, las dendritas de litio se pueden utilizar como fuente de suministro de litio para disminuir el consumo de iones de litio dentro de la batería y aumentar los tiempos de ciclo utilizables de la batería.

[0014] Un objetivo de esta invención es proporcionar una estructura de batería de litio, en la que se dispone una capa guía de iones entre las dos capas de material activo con la misma polaridad. La capa guía de iones está hecha de un material de transmisión de iones y un material base capaz de impregnar el material de transmisión de iones. El material base incluye materiales de estructura de partículas o fibras para formar poros con áreas superficiales elevadas de los mismos. El electrolito se guía de forma continua y uniforme hacia las capas de material activo con la misma polaridad uniéndolo a las áreas superficiales altas de los poros para mejorar la eficiencia del intercambio iónico. Además, las placas y tiras de dendrita de litio dentro de los poros de la capa guía de iones. Durante el recubrimiento, la dendrita de litio se adhiere a la partícula o la estructura de fibra de la capa guía de iones para formar la interfaz de electrolito sólido (SEI) para proteger el metal de litio y disminuir la pérdida de capacidad de la batería.

[0015] Para implementar lo mencionado anteriormente, esta invención divulga una estructura de batería de litio, que incluye una primera y una segunda unidades de batería. Cada una de las unidades de batería incluye un primer colector de corriente, una primera capa de material activo, una segunda capa de material activo y un segundo colector de corriente. El primer colector de corriente incluye un sustrato conductor con una pluralidad de orificios pasantes y una capa de aislamiento. La capa de aislamiento está dispuesta sobre la primera superficie del sustrato conductor y cubre las paredes laterales de los orificios pasantes para extenderse hasta el borde de las aberturas de las partes de los orificios pasantes en la segunda superficie. La primera capa de material activo está dispuesta sobre un área descubierta de la segunda superficie. La segunda capa de material activo y el segundo colector de corriente están dispuestos secuencialmente sobre la misma. La primera y segunda unidades de batería están esencialmente dispuestas cara a cara entre sí mediante las primeras capas de material activo. Por lo tanto, las dendritas de litio están limitadas a recubrirse entre ellas para controlar las áreas recubiertas de las dendritas de litio. La capa de aislamiento está formada para extenderse hasta el borde de las aberturas de los orificios pasantes para reducir la posibilidad de que se depositen dendritas de litio en los orificios pasantes y hacia el separador. Los problemas de escasez interna y disminución de la seguridad de la batería provocados por las dendritas de litio se eliminarían.

[0016] Además, la capa guía de iones está dispuesta entre las dos primeras capas de material activo de la primera y segunda unidades de batería y se extiende hasta los orificios pasantes. El electrolito se conduce de forma continua y uniforme hasta las primeras capas de material activo para mejorar la eficiencia del intercambio iónico. Además, la capa guía de iones sirve como estructura de soporte para proporcionar soporte a la SEI durante el revestimiento/extracción del metal de litio. Por lo tanto, la formación continua de la SEI se reduce para disminuir la pérdida de capacidad de la batería.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0017] La presente invención se entenderá más completamente a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación solamente como ilustración y, por lo tanto no es limitativa de la presente invención, y donde:

FIG. 1 es un diagrama esquemático de la estructura de batería de litio de esta invención.

FIG. 2A es un diagrama esquemático del primer colector de corriente de la estructura de batería de litio de esta invención.

FIG. 2B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la FIG. 2A del mismo.

FIG. 2C es un diagrama esquemático de la capa de electrodos de la estructura de batería de litio de esta invención.

5 FIG. 3 es un diagrama esquemático de otra forma de realización de la estructura de batería de litio de esta invención.

FIG. 4 muestra una ampliación parcial de la estructura de embalaje en la FIG. 3.

10 FIG. 5 es un diagrama esquemático de otra forma de realización de la estructura de batería de litio de esta invención.

FIG. 6 es un diagrama esquemático de otra forma de realización de la estructura de batería de litio de esta invención.

15 FIG. 7 es un diagrama esquemático de otra forma de realización de la estructura de batería de litio de esta invención.

20 FIG. 8 es un diagrama esquemático del primer colector de corriente de la estructura de batería de litio de esta invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25 [0018] Por favor consulte la FIG. 1, que es un diagrama esquemático de la estructura de batería de litio de esta invención. La estructura de batería de litio incluye dos unidades de batería, es decir, una primera unidad de batería 10a y una segunda unidad de batería 10b. Las primeras unidades de batería 10a incluyen un primer colector de corriente 21, una primera capa de material activo 22, un separador 23, una segunda capa de material activo 24 y un segundo colector de corriente 25. Las segundas unidades de batería 10b incluyen un primer colector de corriente 31, una primera capa de material activo 32, un separador 33, una segunda capa de material activo 34 y un segundo colector de corriente 35.

30 [0019] Primero, se describirán los primeros colectores de corriente 21, 31; por favor consulte las FIGs. 2A y 2B. FIG. 2A es un diagrama esquemático del primer colector de corriente de la estructura de batería de litio de esta invención. FIG. 2B es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la FIG. 2A del mismo. En las FIGs. 2A y 2B, se ilustra el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a. El primer colector de corriente 21 incluye un sustrato conductor 211 y una capa de aislamiento 212. El sustrato conductor 211 está hecho de cobre, níquel, hierro, oro, zinc, plata, titanio o una combinación de los mismos, o materiales no aleados con litio. El sustrato conductor 211 tiene una primera superficie 2112 y una segunda superficie 2113 opuesta y paralela a la primera superficie 2112. El sustrato conductor 211 incluye además una pluralidad de orificios pasantes 2111, extendidos desde la primera superficie 2112 hasta la segunda superficie 2113. La capa de aislamiento 212 está dispuesta en la primera superficie 2112 del sustrato conductor 211 y cubre las paredes laterales de los orificios pasantes 2111 para extenderse hasta la superficie cercana al borde de las aberturas de los orificios pasantes 2111 en la segunda superficie 2113. Como se muestra en la FIG. 2B, la capa de aislamiento 212 está dispuesta sobre la primera superficie 2112 del sustrato conductor 211 y esencialmente cubre completamente la primera superficie 2112 y las paredes laterales de los orificios pasantes 2111, y se extiende para cubrir las partes, que están cerca de la abertura de los orificios pasantes 2111, de la segunda superficie 2113 para formar los primeros colectores de corriente 21.

40 [0020] La capa de aislamiento 212, 312 está hecha de materiales cerámicos aislantes, tales como material polimérico aislante, material cerámico aislante, material de vidrio aislante, material de fibra de vidrio aislante y cualquier combinación de los mismos. El material polimérico aislante incluye poliimida, tereftalato de polietileno, poliuretano, poliácrlato, epoxi o silicona. El material de fibra de vidrio aislante es un material de fibra de vidrio epoxi de clase FR4, como el material de fibra de vidrio epoxi de clase FR4.

55 [0021] La primera capa de material activo 22 está dispuesta en un área descubierta por la capa de aislamiento 212 de la segunda superficie 2113 del primer colector de corriente 21. Por lo tanto, la primera capa de material activo 22 está en contacto directamente con el primer colector de corriente 21, con referencia a la FIG. 2C. En términos generales, la primera capa de material activo 22 está hecha de un material negativo, tal como un metal de litio o una aleación de litio, que se recubre o se pega sobre la misma. Además, la primera capa de material activo 22 puede ser carbono, óxido de silicio o una combinación de los mismos. El primer colector de corriente 31, que está compuesto por el sustrato conductor 311 con una pluralidad de orificios pasantes 3111 y la capa de aislamiento 312, de la segunda unidad de batería 10b es el mismo que el de la forma de realización anterior para el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a. Así, se omitirá una descripción repetida.

65 [0022] Como se muestra en la FIG. 1, el separador 23 está dispuesto en el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a. La segunda capa de material activo 24 y el segundo colector de corriente 25 están dispuestos secuencialmente sobre el mismo. Además, el separador 33 está dispuesto debajo del primer

colector de corriente 31 de la segunda unidad de batería 10b. La segunda capa de material activo 34 y el segundo colector de corriente 35 están dispuestos secuencialmente sobre el mismo. La capa guía de iones 13 está dispuesta entre los dos primeros colectores de corriente 21, 31. La capa guía de iones 13 se extiende además dentro de los orificios pasantes 2111 del primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a, y los orificios pasantes 3111 de la primer colector de corriente 31 de la segunda unidad de batería 10b.

[0023] La capa guía de iones 13 puede estar hecha esencialmente solamente de un material de transmisión de iones, o puede estar hecha de un material de transmisión de iones y un material base capaz de impregnar el material de transmisión de iones.

[0024] Cuando la capa guía de iones 13 (parte principal) está hecha de un material de transmisión de iones y un material base capaz de impregnar el material de transmisión de iones. El material de transmisión de iones es esencialmente un electrolito líquido, un electrolito en gel, un líquido iónico, un electrolito líquido iónico, un material de ajuste para superficies de contacto (descripción detallada a continuación) o una combinación de los mismos. Los materiales anteriores pertenecen a los materiales deformables o impregnables. La capa guía de iones 13 también puede incluir además una pequeña cantidad de electrolito sólido a base de óxido. La "pequeña cantidad" significa que es mucho menor que la parte principal en volumen o masa, como se describe con más detalle a continuación. La estructura de embalaje 12 está dispuesta entre el segundo colector de corriente 25 de la primera unidad de batería 10a y el segundo colector de corriente 35 de la segunda unidad de batería 10b para empaquetar toda la estructura de batería.

[0025] La disposición de la estructura de embalaje 12 varía dependiendo de la formación de los primeros colectores de corriente 21, 31. Como se muestra en la FIG. 1, el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a y el primer colector de corriente 31 de la segunda unidad de batería 10b se extienden en ambos lados. La estructura de embalaje 12 se divide en tres segmentos, que son el primer cuerpo del paquete 121 ubicado entre el segundo colector de corriente 25 y el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a, el segundo cuerpo de paquete 122 ubicado entre el primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a y el primer colector de corriente 31 de la segunda unidad de batería 10b, y el tercer cuerpo de paquete 123 ubicado entre el primer colector de corriente 31 y el segundo colector de corriente 35 de la segunda unidad de batería 10b. El primer cuerpo de paquete 121, el segundo cuerpo de paquete 122 y el tercer cuerpo de paquete 123 rodean la estructura del marco para sellar los lados de la primera unidad de batería 10a y la segunda unidad de batería 10b. A excepción de la estructura de una sola capa mencionada anteriormente, en otra forma de realización de esta invención, todo el primer cuerpo de paquete 121, el segundo cuerpo de paquete 122 y el tercer cuerpo de paquete 123 de la estructura de embalaje 12 son estructuras de tres capas. Por favor consulte las FIGs. 3 y 4, tomando el primer cuerpo de paquete 121 como ejemplo, el primer cuerpo de paquete 121 incluye una capa de silicona 1213 y dos capas de silicona modificadas 1211, 1212 ubicadas en ambos lados de la capa de silicona 1213. Las capas de silicona modificadas 1211, 1212 se modifican ajustando una proporción de silicona de tipo condensación o silicona de tipo adición, o añadiendo epoxi, ácido acrílico o una combinación de los mismos a la silicona para mejorar la adhesión de diferentes materiales, es decir, el segundo colector de corriente 25, el primer colector de corriente 21 y la capa de silicona 1213. La tensión interfacial y la polaridad de la silicona se modifican de este modo. Además, el aspecto general es más completo y el rendimiento de la producción se mejora. Además, la capacidad de bloquear la infiltración de humedad desde el primer cuerpo de paquete 121. Internamente, el cuerpo de silicona puede prevenir el daño de disolventes polares y plastificantes, y la estructura general del paquete es más completa. El segundo cuerpo de paquete 122 y el tercer cuerpo de paquete 123 son los mismos que los de la forma de realización anterior para el primer cuerpo de paquete 121. Así, se omitirá una descripción repetida.

[0026] Por favor consulte la FIG. 5, puede haber una estructura de embalaje exterior 15 fuera de la estructura de embalaje 12. Mediante esta estructura de doble marco, la capacidad de bloquear la humedad y el oxígeno para la estructura de batería de litio es mejor. La estructura de embalaje exterior 15 puede tener materiales o disposición iguales o diferentes con la estructura de embalaje 12.

[0027] Por favor consulte la FIG. 1, la primera unidad de batería 10a y la segunda unidad de batería 10b están esencialmente dispuestas cara a cara entre sí por las primeras capas de material activo 22, 32. En otras palabras, el área descubierta, por la capa de aislamiento 212, del primer colector de corriente 21 de la primera unidad de batería 10a está orientado hacia el área descubierta, por la capa de aislamiento 312, del primer colector de corriente 31 de la segunda unidad de batería 10b. En general, en el caso de baterías de litio, la primera capa de material activo 22, 32 y el primer colector de corriente 21, 31 son el electrodo negativo. La segunda capa de material activo 24, 34 y el segundo colector de corriente 25, 35 son el electrodo positivo. Por lo tanto, las capas de aislamiento 212 de los primeros colectores de corriente 21, 31 pueden evitar el contacto eléctrico con la superficie cercana a las aberturas. Puede reducir eficazmente la deposición de dendritas de litio durante la reacción electroquímica de la batería. Además, la primera unidad de batería 10a y la segunda unidad de batería 10b se disponen cara a cara entre sí por las primeras capas de material activo 22, 32. Por lo tanto, las dendritas de litio están limitadas a recubrirse entre las primeras capas de material activo 22, 32 para evitar que las dendritas de litio recubiertas penetren a través del separador 23, 33. Además, se controla que las dendritas de litio se recubran entre las primeras capas de material activo 22, 32. Así, las dendritas de litio se pueden usar

como fuente de suministro de litio para disminuir el consumo de iones de litio dentro de la batería para aumentar los tiempos de ciclo utilizables de la batería. Además, la tensión suprimida puede ser proporcionada por las dendritas de litio formadas para evitar la formación de más dendritas de litio.

[0028] En esta forma de realización, la distancia entre la primera capa de material activo 22 de la primera unidad de batería 10a y la primera capa de material activo 32 de la segunda unidad de batería 10b es de 5-100 micrómetros.

[0029] Además, debido a la característica del aislamiento eléctrico de las capas de aislamiento 212, 312, los iones de litio no se depositarían centralmente cerca de las aberturas de los orificios pasantes durante la reacción electroquímica de la batería. En consecuencia, las dendritas de litio no se forman dentro de los orificios pasantes 2111, 3111 y crecen hacia los separadores 23, 33. La posición y la cantidad de las dendritas de litio recubiertas se pueden controlar eficazmente para resolver los problemas de escasez interna y disminución de la seguridad de la batería.

[0030] El material base de la capa guía de iones 13 es poroso y capaz de impregnar el material de transmisión de iones. El material base está hecho de un material polimérico, un material cerámico, un material de vidrio, un material de fibra o una combinación de los mismos. Además, el material base es poroso a través del apilamiento de materiales en partículas o del cruce de materiales de fibra para formar los poros. Los materiales en partículas incluyen partículas cerámicas, partículas poliméricas o partículas de vidrio. Los materiales de fibra incluyen fibras poliméricas o fibras de vidrio.

[0031] Las superficies de los materiales en partículas o de los materiales de fibra se tratan para que tengan cargas superficiales negativas o positivas. Por ejemplo, cuando las superficies de los poros tienen cargas superficiales positivas, el efecto eléctrico de doble capa se reduce y la polarización de la migración de iones de litio también se reduce. Cuando las superficies de los poros tienen cargas superficiales negativas, la distribución de los iones de litio es más uniforme.

[0032] Debido a que el material tiene poros formados por los materiales en partículas o los materiales de fibra, las placas y tiras de dendrita de litio dentro de los poros del material base. Durante el recubrimiento, la dendrita de litio se adhiere a las partículas o fibras para mejorar la resistencia de la interfaz de electrolito sólido (SEI). En comparación con el grosor de la SEI, alrededor de 10-50 nanómetros, los cambios de volumen del revestimiento/extracción, 15-20 micras, de las dendritas de litio son demasiado violentos y la SEI se dañará gravemente durante el revestimiento y/o extracción de las dendritas de litio sin proporcionar el soporte. La concentración de iones de litio se consumiría y provocaría una pérdida reversible de capacidad de la batería. Por lo tanto, los materiales en partículas o la estructura de materiales de fibra del material base pueden proporcionar soporte a la SEI para disminuir la pérdida de capacidad de la batería. Bajo ciertas condiciones, partes de los materiales en partículas o de los materiales de fibra pueden reaccionar con la reacción de formación de la SEI. Por lo tanto, la formación continua de la SEI se reduce para disminuir la pérdida de capacidad de la batería.

[0033] Además, mediante la tensión superficial de los materiales en partículas o la estructura de materiales de fibra del material base, el electrolito es guiado de manera continua y uniforme a las primeras capas de material activo 22, 32 para mejorar la eficiencia del intercambio iónico. Las superficies de los materiales en partículas o de los materiales de fibra se tratan para que tengan cargas superficiales negativas o positivas para hacer que la distribución del electrolito sea más uniforme. Cuando las superficies de los poros tienen cargas superficiales positivas, se reduce la polarización de la migración de iones de litio. Cuando las superficies de los poros tienen cargas superficiales negativas, la distribución de los iones de litio es más uniforme y las dendritas de litio tienden a crecer sin dirección.

[0034] Además, se considera que el material de la capa guía de iones 13 es esencialmente un material aislante, que puede evitar que el cortocircuito entre los colectores de corriente positivo y negativo entren en contacto entre sí. Los separadores 23, 33 se pueden omitir, por favor consulte la FIG. 6.

[0035] Entonces, la siguiente forma de realización está relacionada con la capa guía de iones 13, que solo está hecha de un material de transmisión de iones. FIG. 7 es un diagrama esquemático de la estructura de la batería de litio de esta invención. Dado que algunos componentes de la FIG. 7 son los mismos que los de los ejemplos de formas de realización descritos anteriormente en la FIG. 1, se omitirá una descripción repetida de los mismos. La principal diferencia entre la FIG. 1 y FIG. 7 es la capa guía de iones que no contiene el material base mencionado anteriormente. El cuerpo principal del material de transmisión de iones es el electrolito sólido inorgánico, tal como un electrolito sólido a base de óxido o un electrolito sólido a base de sulfuro, con poca capacidad de deformación, es decir, mejor tolerancia a la tensión. Esta capa guía de iones se denomina capa de electrolito sólido inorgánico 14 en la FIG. 7. Además, las superficies exteriores de los primeros colectores de corriente 21, 31 están cubiertas por las capas de aislamiento 212, 312. Cuando la batería se dobla, el problema del cortocircuito no se produciría como resultado de que los colectores de corriente positivos y negativos estén en contacto entre sí. Por lo tanto, los separadores 23, 33 se pueden omitir. En otra forma de realización, la capa de electrolito sólido inorgánico 14 puede incluir además una pequeña cantidad de un electrolito líquido, un

electrolito en gel, un líquido iónico, un electrolito líquido iónico o una combinación de los mismos. El electrolito se puede distribuir de manera más uniforme y el problema de las altas resistencias de interfaz entre los electrolitos sólidos inorgánicos se puede resolver. Además, en la FIG. 7, el primer cuerpo de paquete 121, el segundo cuerpo de paquete 122 y el tercer cuerpo de paquete 123 de la estructura de embalaje 12 pueden ser una estructura de una sola capa o de tres capas. Dado que estos componentes de la FIG. 7 son los mismos que los de los ejemplos de formas de realización descritos anteriormente en la FIG. 4, se omitirá una descripción repetida de los mismos.

[0036] Cuando los problemas de las altas resistencias de interfaz causadas por el mal contacto entre los electrolitos sólidos inorgánicos son considerados, un material de ajuste para las superficies de contacto se puede recubrir sobre las partículas de electrolito sólido inorgánico, o disponerlo entre los electrolitos sólidos inorgánicos. Por lo tanto, una vía de transferencia de iones de superficie a superficie entre los electrolitos sólidos inorgánicos sería formada por el material de ajuste. El material de ajuste está compuesto principalmente por un sustrato polimérico capaz de transmitir iones de litio dentro del material y un material aditivo capaz de disociar la sal de litio y usarse como plastificante.

[0037] El sustrato polimérico capaz de transmitir iones de litio dentro del material significa que el material no contiene iones de litio del propio material o durante el inicio de la reacción electroquímica, pero los iones de litio pueden transferirse. Por ejemplo, el sustrato polimérico puede ser un material de estructura lineal sin sales, tal como PEO. Además, excepto para transferir los iones de litio, el sustrato polimérico puede tener una estructura reticulada para mejorar la resistencia mecánica de la película formada por el sustrato polimérico. El sustrato polimérico con estructura reticulada puede ser poli(etilenglicol)diacrilato (PEGDA), poli(etilenglicol)dimetacrilato (PEGDMA), poli(etilenglicol)monometiléter (PEGME), poli(etilenglicol)dimetiléter (PEGDME), poli[óxido de etileno-co-2-(2-metoxietoxi)etil glicidil éter] (PEO/MEEGE), o polímeros hiperramificados, tales como poli[bis(trietilenglicol)benzoato, o polinitrilos, tales como poli(acrilonitrilo) (PAN), poli (metacrilonitrilo) (PMAN), poli(N-2-cianoetil)etilenamina) (PCEEI).

[0038] Por otro lado, el material de ajuste puede mezclarse además con un material de inhibición de la cristalización y un material de suministro de iones. El material de suministro de iones puede ser una sal de litio, tal como LiTFSI, LiFSI, LiBF₄, LiPF₆, para aumentar la concentración de los iones de litio. El material de inhibición de la cristalización se usa para reducir la cristalinidad, como poli(metacrilato de etilo) (PEMA), poli(metacrilato de metilo) (PMMA), poli(oxietileno), poli(cianoacrilato) (PCA), polietilenglicol (PEG), poli(alcohol vinílico) (PVA), polivinilbutiral (PVB), poli(cloruro de vinilo) (PVC), PVC-PEMA, PEO-PMMA, poli(acrilonitrilo-co-metacrilato de metilo) (P(AN-co-MMA)), PVA-PVdF, PAN-PVA, PVC-PEMA, policarbonatos, tales como poli(óxido de etileno-carbonato de etileno) (PEOEC), silsesquioxano oligomérico poliédrico (POSS), carbonato de polietileno (PEC), poli(carbonato de propileno) (PPC), poli(carbonato de etil glicidil éter) (P(Et-GEC)), poli(carbonato de t-butil glicidil éter) (P(tBu-GEC)), carbonatos cíclicos, tales como poli(carbonato de trimetileno) (PTMC), a base de polisiloxano, tal como polidimetilsiloxano (PDMS), poli(dimetilsiloxano-co-óxido de etileno) (P(DMS-co-EO)), poli(siloxano-g-óxido de etileno), poliésteres, tales como adipato de etileno, succinato de etileno, malonato de etileno. Además, también puede ser poli(difluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno) (PvdF-HFP), poli(difluoruro de vinilideno) (PvdF) o poli(ε-caprolactona) (PCL).

[0039] El material aditivo sirve como plastificante y disocia la sal de litio, que pueda ser electrolitos de cristal plástico (PCEs), tales como succinitrilo (SN) [ETPTA/SN; PEO/SN; PAN/PVA-CN/SN], N-etil-N-metilpirrolidinio, [C2mpyr] + AnionesN,N-diethyl-pirrolidinio,[C2epyr], alquilamonio cuaternario, n-alquiltrimetilfosfonio, [P1,1,1, n], decametilferroceno, [Fe(C5Me5)2], triflato de 1-(N,N-dimetilamonio)-2-(amonio)etano ([DMEDAH2] [Tf]2, Aniones=[FSI], [FSA], [CFSA], [BETA]), LiSi(CH₃)₃SO₄, trimeti(trimetilsilil sulfato de litio), o líquido iónico, puede ser imidazolio, tal como anión/bis(trifluorometanosulfonil)imida, anión/bis(fluorosulfonil)imida, anión/trifluorometanosulfonato, o amonio, tal como anión/bis(trifluorometanosulfonil) imida, o pirrolidinio, tal como anión/bis(trifluorometanosulfonil)imida, anión/bis(fluorosulfonil)imida, o piperidinio, tal como anión/bis(trifluorometanosulfonil)imida, anión/bis(fluorosulfonil)imida.

[0040] El material de ajuste puede mezclarse además con el segundo aditivo, tal como un material cerámico inactivo a nanoescala (óxido no electrolito), un electrolito sólido inorgánico a nanoescala, o un material conductor. Cuando el segundo aditivo es el material cerámico inactivo, la cantidad usada del sustrato polimérico y del aditivo se puede reducir. Además, la capacidad de formación de película del material de ajuste se mejora y el material cerámico inactivo se usa como material de refuerzo de película. El material puede ser dióxido de silicio. Cuando el segundo aditivo es el electrolito sólido inorgánico a nanoescala, la cantidad usada del sustrato polimérico y del aditivo se puede reducir y se proporciona una ruta de transferencia de iones de alta velocidad. El electrolito sólido inorgánico puede ser un electrolito sólido a base de óxido, un electrolito sólido a base de sulfuro o cualquier otro electrolito sólido inorgánico. Por ejemplo, cuando la transferencia de iones se produce en el material de ajuste, los iones pueden transmitirse a través del material de ajuste, o a través del electrolito sólido inorgánico a nanoescala una vez que entran en contacto con el electrolito sólido inorgánico a nanoescala.

[0041] Además, el contenido del material de ajuste es mayor cuando está cerca de la primera y segunda capas de material activo 22, 32, 24, 34. Por lo tanto, el requisito de transmisión de baja frecuencia cerca de los

materiales activos se cumple. El requisito lejos de los materiales activos es la transmisión de alta frecuencia. Por lo tanto, el contenido del electrolito sólido es mayor.

5 [0042] Además, cuando la capa guía de iones está compuesta solamente por el material de transmisión de iones, el material de transmisión de iones puede estar compuesto por el material de ajuste mencionado anteriormente y un material de suministro de iones, o mezclarse además con el material de inhibición de cristalización.

10 [0043] Para describir claramente la disposición cara a cara de las primeras capas de material activo 22 de la primera unidad de batería 10a y las primeras capas de material activo 32 de la segunda unidad de batería 10b, por favor consulte las FIGS. 8 y 2B. FIG. 8 es un diagrama esquemático del primer colector de corriente de la estructura de batería de litio de esta invención. La capa de aislamiento 212 está dispuesta para cubrir completamente la primera superficie 2112, y se extiende a lo largo de las paredes laterales de los orificios pasantes 2111 hasta el borde de las aberturas de los orificios pasantes 2111 en la segunda superficie 2113. Por
15 lo tanto, el área descubierta de la segunda superficie 2113, por la capa de aislamiento 212, del primer colector de corriente 21 son las regiones fuera del borde de las aberturas de los agujeros pasantes 2111 en la segunda superficie 2113. La primera capa de material activo 22 está dispuesta en esta área. Las primeras capas de material activo 22 de la primera unidad de batería 10a y las primeras capas de material activo 32 de la segunda unidad de batería 10b se disponen cara a cara para controlar las dendritas de litio revestidas entre ellas. Por lo
20 tanto, la disposición cara a cara hace que las dendritas de litio tiendan a revestirse entre las primeras capas de material activo 22, 32. La invención no está limitada a que la distribución y la disposición de las primeras capas de material activo 22 de la primera unidad de batería 10a y las primeras capas de material activo 32 de la segunda unidad de batería 10b tengan que ser las mismas. La ubicación relativa, la distribución o los patrones pueden modificarse o variar. El control de la tendencia de crecimiento de las dendritas de litio se sigue se
25 logrando.

[0044] En consecuencia, en esta invención, las dos capas de material activo negativo están dispuestas cara a cara para controlar eficazmente las ubicaciones de las dendritas de litio revestidas. Por lo tanto, la seguridad de la batería y la vida del ciclo de la batería mejoran enormemente.

30

REIVINDICACIONES

1. Estructura de batería de litio, que comprende:

una primera y una segunda unidades de batería, incluyendo cada una de las unidades de batería un primer colector de corriente, una primera capa de material activo, una segunda capa de material activo y un segundo colector de corriente, donde el primer colector de corriente comprende:

un sustrato conductor, que tiene una primera superficie, una segunda superficie opuesta y paralela a la primera superficie y una pluralidad de orificios pasantes extendidos desde la primera superficie hasta la segunda superficie; y

una capa de aislamiento, dispuesta sobre la primera superficie del sustrato conductor y esencialmente cubriendo completamente la primera superficie y las paredes laterales de los orificios pasantes, y extendiéndose para cubrir partes de la segunda superficie;

donde la primera capa de material activo está dispuesta sobre un área descubierta de la segunda superficie, y la segunda capa de material activo y el segundo colector de corriente dispuestos secuencialmente sobre la primera superficie del sustrato conductor completamente cubierto por la capa de aislamiento;

donde la primera y la segunda unidades de batería están esencialmente dispuestas cara a cara entre sí mediante las primeras capas de material activo;

una capa guía de iones, dispuesta entre las primeras capas de material activo de la primera y la segunda unidades de batería y que se extiende hasta los orificios pasantes; y

una estructura de embalaje, dispuesta entre los segundos colectores de corriente de la primera y la segunda unidades de batería para embalar la primera y la segunda unidades de batería.

2. Estructura de batería de litio según la reivindicación 1, donde un material de la capa de aislamiento es material polimérico aislante, material cerámico aislante, material de vidrio aislante, material de fibra de vidrio aislante o una combinación de los mismos.

3. Estructura de batería de litio según la reivindicación 2, donde el material polimérico aislante incluye poliimida, tereftalato de polietileno, poliuretano, poliacrilato, epoxi y silicona, y el material de fibra de vidrio aislante incluye material de fibra de vidrio epoxi clase FR4.

4. Estructura de batería de litio según la reivindicación 1, donde una distancia entre las primeras capas de material activo de la primera y segunda unidades de batería es de 5-100 micrómetros.

5. Estructura de batería de litio según la reivindicación 1, donde la capa guía de iones está hecha de un material de transmisión de iones y un material base capaz de impregnar el material de transmisión de iones.

6. La estructura de batería de litio según la reivindicación 5, donde el material base es poroso y está hecho de un material polimérico, un material cerámico, un material de vidrio, un material de fibra o una combinación de los mismos.

7. Estructura de batería de litio según la reivindicación 6, donde el material base es poroso a través de una partícula o un material de fibra.

8. Estructura de batería de litio según la reivindicación 5, donde el material de transmisión de iones es un electrolito líquido, un electrolito en gel, un líquido iónico, un electrolito líquido iónico o una combinación de los mismos.

9. Estructura de batería de litio según la reivindicación 5, donde el material de transmisión de iones está hecho de un material de ajuste para superficies de contacto y una sal de litio disociable, y el material de ajuste está compuesto principalmente de un sustrato polimérico capaz de transmitir iones metálicos dentro del material y un material aditivo capaz de disociar la sal de litio y servir como un plastificante.

10. Estructura de batería de litio según la reivindicación 9, donde el material de ajuste incluye además un material de inhibición de cristalización.

11. Estructura de batería de litio según la reivindicación 1, donde la primera y segunda unidades de batería incluyen además un separador respectivamente, y el separador está dispuesto entre la segunda capa de material activo y el primer colector de corriente.

12. Estructura de batería de litio según la reivindicación 1, donde la capa guía de iones está hecha esencialmente solo de un material de transmisión de iones.

13. Estructura de batería de litio según la reivindicación 12, donde el material de transmisión de iones es un electrolito sólido inorgánico.
- 5 14. Estructura de batería de litio según la reivindicación 13, donde el material de transmisión de iones incluye además un electrolito líquido, un electrolito en gel, un líquido iónico, un electrolito líquido iónico o una combinación de los mismos.
- 10 15. Estructura de batería de litio según la reivindicación 13, donde el material de transmisión de iones incluye además un material de ajuste para superficies de contacto, y el material de ajuste está compuesto principalmente por un sustrato polimérico capaz de transmitir iones metálicos dentro del material y un material aditivo capaz de disociar la sal de litio y servir como un plastificante.
- 15 16. Estructura de batería de litio según la reivindicación 15, donde el material de ajuste incluye además un material de inhibición de cristalización.
17. Estructura de batería de litio según la reivindicación 15, donde el material de ajuste incluye además un material de suministro de iones.
- 20 18. Estructura de batería de litio según la reivindicación 12, donde el material de transmisión de iones está hecho de un material de ajuste para superficies de contacto y una sal de litio disociable, y el material de ajuste está compuesto principalmente de un sustrato polimérico capaz de transmitir iones metálicos dentro del material y un material aditivo capaz de disociar la sal de litio y servir como un plastificante.
- 25 19. Estructura de batería de litio según la reivindicación 18, donde el material de ajuste incluye además un material de inhibición de cristalización.

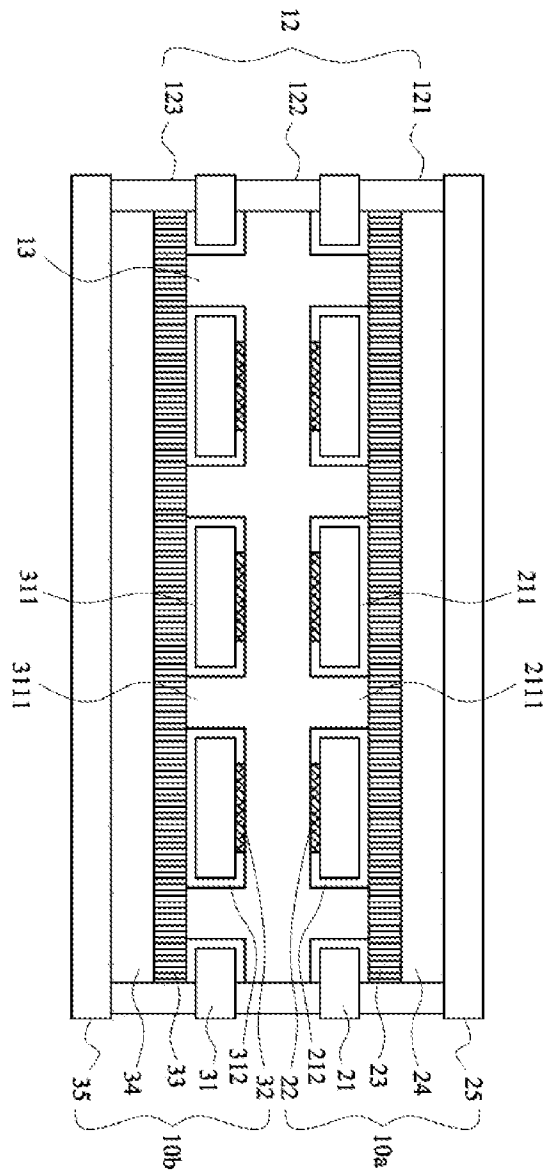


FIG. 1

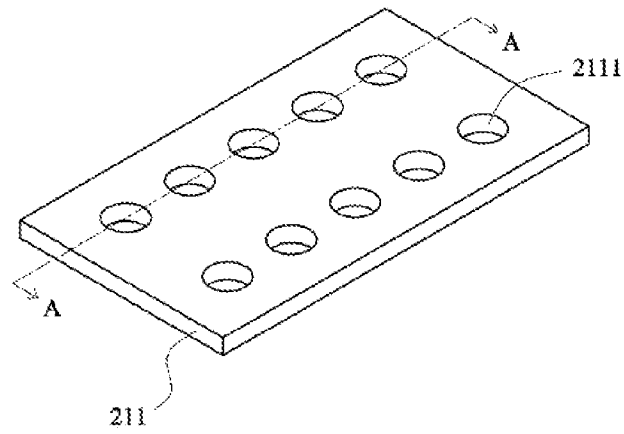


FIG. 2A

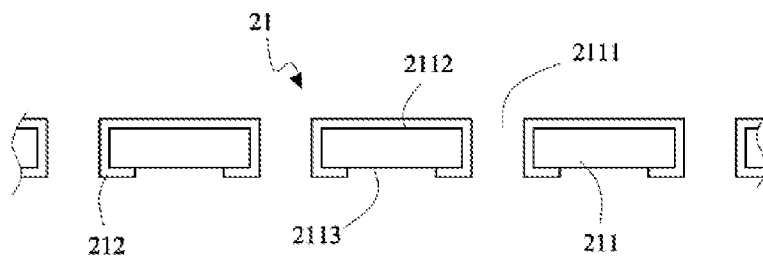


FIG. 2B

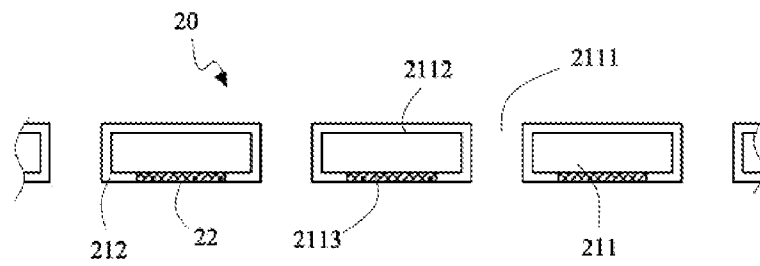


FIG. 2C

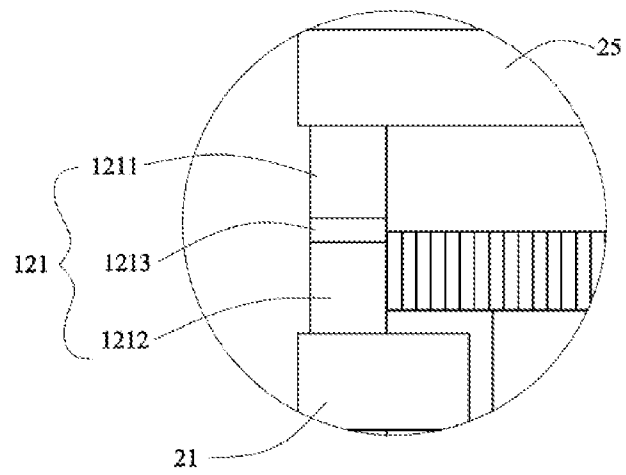


FIG. 4

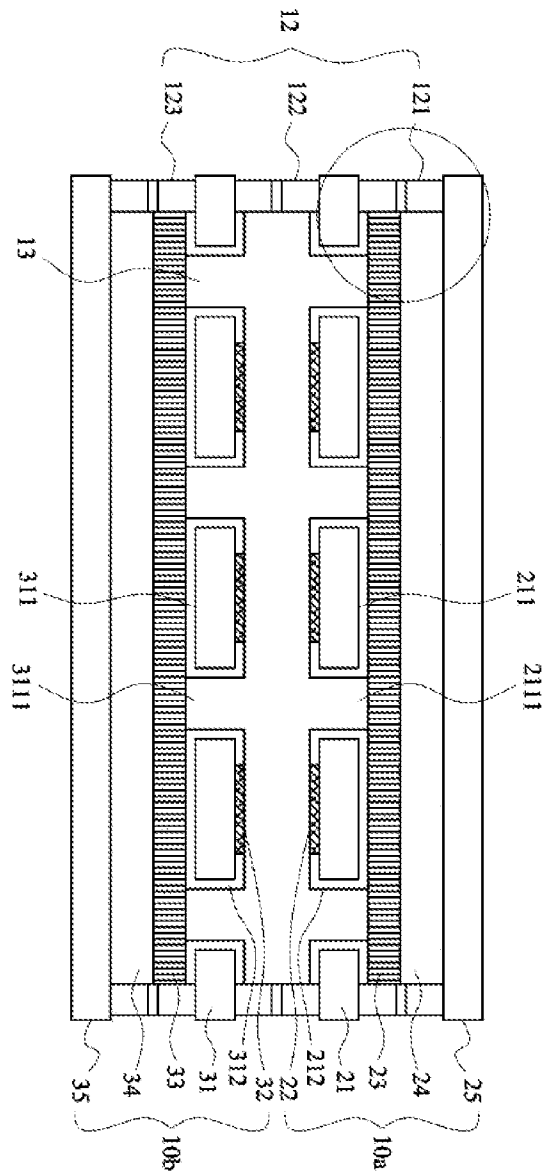


FIG. 3

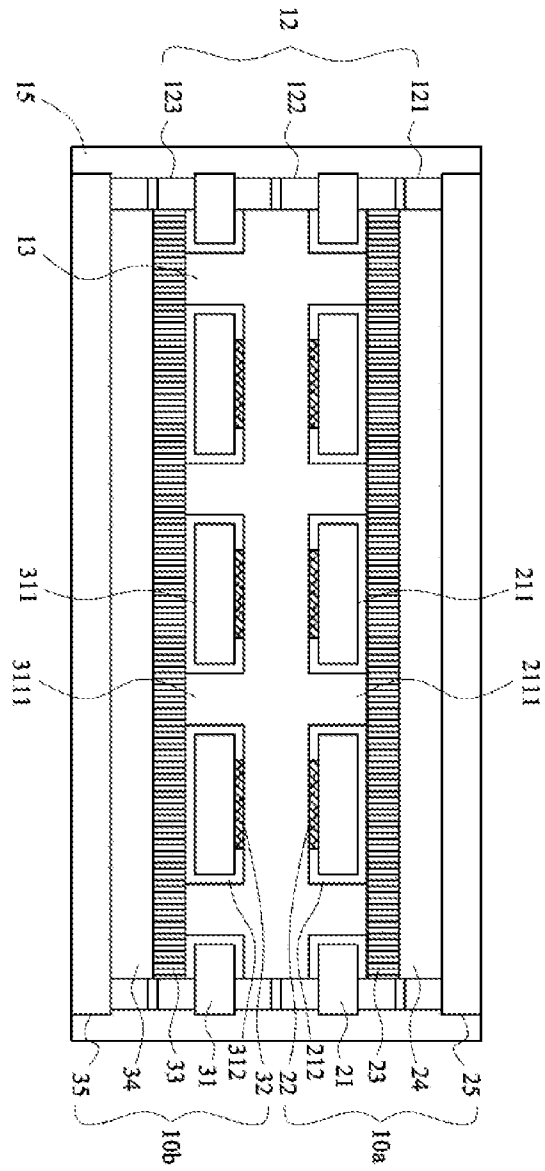


FIG. 5

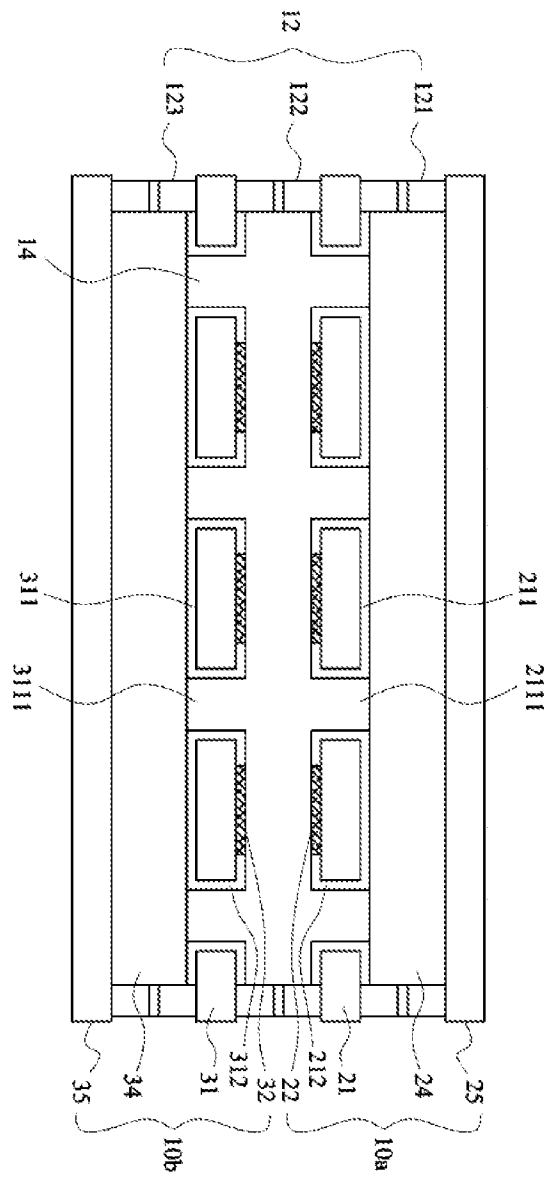


FIG. 6

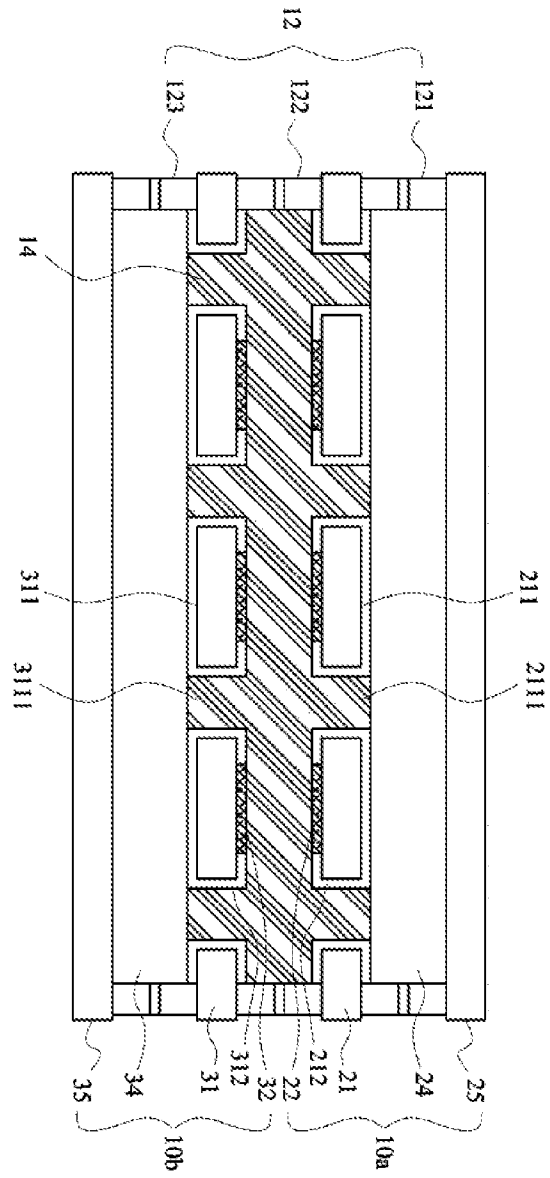


FIG. 7

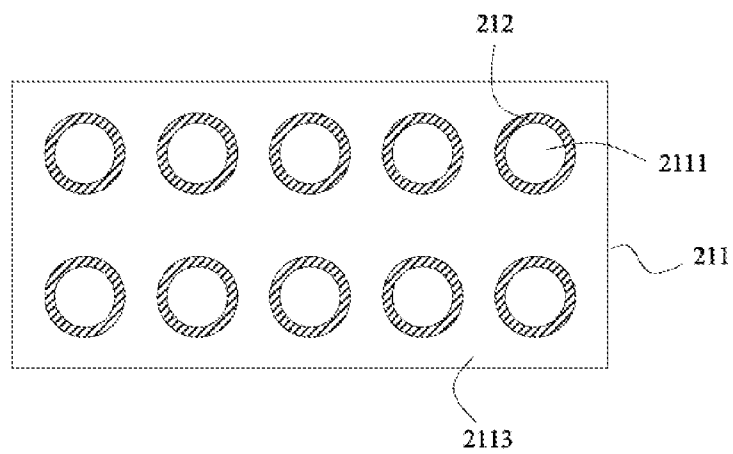


FIG. 8