

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 182**

51 Int. Cl.:

<b>H01M 10/04</b>	(2006.01)
<b>H01M 6/02</b>	(2006.01)
<b>H01M 2/14</b>	(2006.01)
<b>H01M 4/02</b>	(2006.01)
<b>H01M 2/16</b>	(2006.01)
<b>H01M 4/13</b>	(2010.01)
<b>H01M 4/80</b>	(2006.01)
<b>H01M 4/70</b>	(2006.01)
<b>H01M 4/72</b>	(2006.01)
<b>H01M 4/74</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2011 PCT/KR2011/004851**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **05.01.2012 WO12002769**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2011 E 11801174 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.12.2017 EP 2590251**

54 Título: **Conjunto de electrodos que comprende estructuras con forma de fibra**

30 Prioridad:

**02.07.2010 KR 20100064132**

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

**18.04.2018**

73 Titular/es:

**JENAX INC. (100.0%)  
Jeonpo-dong 109 Dongseong-ro, Busanjin-gu  
Busan 614-865, KR**

72 Inventor/es:

**KIM, KWON SEOK**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

ES 2 664 182 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

Conjunto de electrodos que comprende estructuras con forma de fibra

### 5 **REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUD DE PATENTE RELACIONADA**

Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Coreana N.º 10-2010-0064132, presentada el 2 de julio de 2010, Oficina Estatal de Propiedad Intelectual de Corea.

### 10 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

#### 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a una tecnología de batería, y más particularmente, a un conjunto de electrodos de una batería que incluye estructuras fibrosas.

#### 2. Descripción de la técnica relacionada

Como recientemente se desarrolló una tecnología de fabricación de semiconductores y una tecnología de comunicación, se expandió la industria de dispositivos electrónicos móviles y se incrementaron las demandas de conservación medioambiental y desarrollo de energía alternativa debido al agotamiento de los recursos, las baterías se estudiaron activamente. Dado que las baterías de litio primarias que son baterías representativas tienen un voltaje más alto y una densidad de energía más alta que las baterías acuosas convencionales, las baterías de litio primarias se pueden fabricar fácilmente compactas y ligeras. Dichas baterías primarias de litio se usan ampliamente, por ejemplo, como fuentes principales de suministro de energía para dispositivos electrónicos móviles o fuentes de suministro de energía de reserva.

Las baterías secundarias son baterías recargables formadas por un material de electrodo que tiene una alta reversibilidad. Las baterías secundarias se clasifican en baterías secundarias cilíndricas y baterías secundarias poligonales de acuerdo con las apariencias externas, y se clasifican en baterías secundarias de hidruro de níquel/metal (Ni-MH), baterías secundarias de litio (Li) y baterías secundarias de ion litio (Li-ion) de acuerdo con los materiales de ánodo y cátodo. Los dispositivos a los que se aplican las baterías secundarias se han diversificado desde baterías pequeñas como por ejemplo teléfonos móviles, ordenadores portátiles y pantallas móviles hasta baterías medianas y grandes para vehículos eléctricos y vehículos híbridos. En consecuencia, se requiere que las baterías tengan una alta estabilidad y rentabilidad, así como un diseño liviano, alta densidad de energía, alta velocidad de carga/descarga, alta eficiencia de carga/descarga y excelentes características de ciclo.

### RESUMEN DE LA INVENCION

La presente invención proporciona un conjunto de electrodos de una batería que tiene alta densidad de energía, alta eficiencia de carga/descarga y excelentes características de ciclo y cuya forma y capacidad pueden ajustarse fácilmente.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodos que incluye: un primer electrodo que incluye una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una primera dirección; un segundo electrodo que incluye una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a las polaridades de las primeras estructuras, y se extienden en una segunda dirección diferente de la primera dirección; y un primer separador que está dispuesto entre las primeras estructuras y las segundas estructuras que se cruzan entre sí, y separa las primeras estructuras de las segundas estructuras.

Las primeras estructuras pueden extenderse sobre una primera superficie principal del primer separador para espaciarse una de la otra, y las segundas estructuras pueden extenderse sobre una segunda superficie principal del primer separador que es opuesta a la primera superficie principal que debe estar separadas entre sí.

El conjunto de electrodos incluye además: un tercer electrodo que incluye una pluralidad de terceras estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras, y se extienden sobre la primera superficie principal del primer separador en la primera dirección para alternar con la primera estructuras; y un cuarto electrodo que incluye una pluralidad de cuartas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las segundas estructuras, y se extienden sobre la segunda superficie principal del primer separador en la segunda dirección para alternar con las segundas estructuras, donde el tercero las estructuras y las cuartas

estructuras que se cruzan están separadas entre sí por el primer separador.

Al menos algunas de las estructuras primera a cuarta pueden estar parcial o totalmente enterradas en la primera o segunda superficie principal del primer separador. El conjunto de electrodos puede incluir además: al menos un segundo separador que se apila en el primer separador para formar una estructura de múltiples capas; y un tercer electrodo que incluye una pluralidad de terceras estructuras que se extienden sobre una superficie principal del segundo separador que es opuesta a una interfaz entre el primer separador y el segundo separador, y tiene forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las estructuras de la interfaz, donde las estructuras tercera y las estructuras en la interfaz se cruzan.

10

El conjunto de electrodos puede incluir además: al menos un segundo separador que se apila en el primer separador para formar una estructura de múltiples capas; un quinto electrodo que incluye una pluralidad de quinta estructuras que se extienden sobre una superficie principal del segundo separador que es opuesta a una interfaz entre el primer separador y el segundo separador, y tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las estructuras en la interfaz, las quintas estructuras y las estructuras en la interfaz se cruzan; y un sexto electrodo que incluye una pluralidad de sextas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las quinta estructuras, se extienden sobre la otra superficie principal del segundo separador para alternar con las quintas estructuras, en donde las estructuras sextas y las estructuras en la interfaz se cruzan. Al menos algunas de las estructuras primera a sexta pueden estar parcialmente enterradas en el primer o segundo separador.

20

Las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre que se desplazan recíprocamente a través del primer separador. Cada una de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir un núcleo colector de corriente y una capa de material activo que rodea el núcleo del colector de corriente. Solo unas de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir además selectivamente una capa de electrolito sólido que rodea la capa de material activo.

25

Un grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras puede variar de 400  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , y una distancia entre la primera y la segunda estructuras puede variar de 2  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ . Una distancia entre las primeras y las segundas estructuras puede ser menor que el grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras. El primer separador puede incluir una cualquiera de una película microporosa, un material tejido, un material no tejido, una película de electrolito de polímero sólido intrínseca, una película de electrolito de polímero de sólido en gel y una combinación de las mismas. El conjunto de electrodos puede usarse para una batería principal o secundaria.

30

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodos que incluye: un primer electrodo que incluye una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una primera dirección, y una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa y la misma polaridad que la polaridad de las primeras estructuras y se extienden en una segunda dirección diferente de la primera dirección para cruzar las primeras estructuras; un segundo electrodo que incluye una pluralidad de terceras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una tercera dirección, y una pluralidad de cuartas estructuras que tienen forma fibrosa y la misma polaridad que las polaridades de las terceras estructuras y se extienden en una cuarta dirección diferente del tercer dirección para cruzar las terceras estructuras; y un primer separador que separa el primer electrodo del segundo electrodo.

40

El primer electrodo y el segundo electrodo pueden girarse o desplazarse de manera que el primer electrodo y el segundo electrodo no sean simétricos entre sí. Las primeras y las segundas estructuras pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre, y las terceras y cuartas estructuras pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre. Cada una de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir un núcleo colector de corriente y una capa de material activo que rodea el núcleo del colector de corriente. Solamente uno de un grupo de las primeras y las segundas estructuras y un grupo de las terceras y las cuartas estructuras pueden incluir además selectivamente una capa de electrolito sólido.

50

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodos que incluye: una matriz de separación; un primer electrodo que incluye una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa, y pasan a través de la matriz de separación y se extienden en un primer plano en la matriz de separación en una primera dirección para separarse el uno del otro; y un segundo electrodo que incluye una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa, y pasan a través de la matriz de separación y se extienden en un segundo plano, que está separado del primer plano para estar paralelo al primer plano, en la matriz de separación en una segunda dirección diferente de la primera dirección para cruzar las primeras estructuras.

55

El conjunto de electrodos puede incluir además un tercer electrodo que incluye una pluralidad de terceras

60

estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras, y se extienden en el primer plano en la primera dirección para alternar con las primeras estructuras; y un cuarto electrodo que incluye una pluralidad de cuartas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las segundas estructuras, y se extienden en el segundo plano en la segunda dirección para alternar con las segundas estructuras. Se puede proporcionar una pluralidad de los primeros planos y una pluralidad de los segundos planos para formar una estructura de múltiples capas.

Cada una de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir un núcleo colector de corriente y una capa de material activo que rodea el núcleo del colector de corriente. Solo unas de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir selectivamente además una capa de electrolito sólido que rodea la capa de material activo.

La matriz de separación puede ser una cualquiera de una película microporosa, un material tejido, un material no tejido, una película de electrolito de polímero sólido intrínseca, una película de electrolito de polímero de sólido en gel y una combinación de las mismas. Un grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras puede variar de 400  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , y una distancia entre la primera y la segunda estructuras puede variar de 2  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ . Una distancia entre las primeras y las segundas estructuras puede ser menor que el grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodos que incluye: una matriz de separación; un primer electrodo que incluye una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa, y pasan a través de la matriz de separación y se extienden en un primer plano en la matriz de separación en una primera dirección para separarse la una de la otra; y un segundo electrodo que incluye una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa, y pasan a través de la matriz de separación y se extienden en el primer plano en una segunda dirección diferente de la primera dirección de manera que las segundas estructuras y las primeras estructuras se cruzan como hilos de trama e hilos de urdimbre.

El conjunto de electrodos puede incluir además un segundo cátodo y un segundo ánodo que incluyen, respectivamente, una pluralidad de terceras estructuras y una pluralidad de cuartas estructuras que tienen formas fibrosas y se extienden sobre un segundo plano, que está separado del primer plano para que sea paralelo al primer plano, en la matriz de separación de tal manera que la tercera y cuarta estructuras y la primera y segunda estructuras se cruzan como hilos de trama e hilos de urdimbre. Cada una de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir un núcleo colector de corriente y un material activo que rodea el núcleo del colector de corriente. Solo unas de las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden incluir selectivamente además una capa de electrolito sólido que rodea la capa de material activo.

La matriz de separación puede incluir una película de electrolito de polímero sólido intrínseco o una película de electrolito de polímero de sólido en gel. Un grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras puede variar de 400  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , y una distancia entre la primera y la segunda estructuras puede variar de 2  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ . Una distancia entre las primeras y las segundas estructuras puede ser menor que el grosor de las primeras y segundas estructuras.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de electrodos que incluye: un primer electrodo que incluye una pluralidad de primeras estructuras que tienen formas fibrosas y se extienden en una primera dirección; un segundo electrodo que tiene una forma plana y una polaridad opuesta a las polaridades de las primeras estructuras; y un separador que está dispuesto entre el primer electrodo y el segundo electrodo.

El conjunto de electrodos puede incluir además un tercer electrodo que incluye una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa y la misma polaridad que la polaridad de las primeras estructuras, y se extienden en una segunda dirección diferente de la primera dirección para cruzar las primeras estructuras. Las primeras estructuras y las segundas estructuras pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre. La primera y la segunda estructuras pueden deslazarse a través del separador.

Las primeras estructuras pueden además extenderse para rodear ambas superficies principales del segundo electrodo. Un grosor de cada una de las primeras estructuras puede oscilar entre 400  $\mu\text{m}$  y 2.000  $\mu\text{m}$ , y la distancia entre las primeras estructuras puede oscilar entre 2  $\mu\text{m}$  y 400  $\mu\text{m}$ . Una distancia entre las primeras estructuras puede ser menor que el grosor de cada una de las primeras estructuras.

La presente invención también proporciona una batería que tiene el conjunto de electrodos. La batería que tiene el conjunto del electrodo puede ser una batería primaria o una batería secundaria.

**BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Las características y ventajas anteriores y otras de la presente invención se harán más evidentes describiendo en detalle las realizaciones ejemplares de la misma con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 5 La FIG. 1 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos de una batería, de acuerdo con una realización de la presente invención;  
 La FIG. 2 es una vista en perspectiva en sección transversal que ilustra estructuras fibrosas, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 10 La FIG. 3 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 La FIG. 4 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra un conjunto de electrodos de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 La FIG. 5 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra un conjunto de electrodos de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 15 Las FIGS. 6A a 6C son vistas en perspectiva que ilustran un conjunto de electrodos de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 La FIG. 7 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 La FIG. 8 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 20 La FIG. 9 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 La FIG. 10 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos, de acuerdo con otra realización de la presente invención;  
 25 La FIG. 11 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos, de acuerdo con otra realización de la presente invención; y  
 La FIG. 12 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos, de acuerdo con otra realización de la presente invención;

**30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

La presente invención se describirá ahora más completamente con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones ejemplares de la invención.

- 35 La presente invención se describirá ahora más completamente de ahora en adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran elementos de la invención. Sin embargo, la presente invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones a modo de ejemplo expuestas en esta invención. Por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que esta descripción será minuciosa y completa, y transmitirá completamente el alcance de la presente invención a un experto en la técnica.

- 40 Además, en los dibujos, los grosores o tamaños de las capas se exageran por conveniencia de explicación y claridad, y los mismos números de referencia indican los mismos elementos. Como se usa en esta invención, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los artículos enumerados asociados.

- 45 La terminología utilizada en esta invención tiene el propósito de describir realizaciones particulares solo y no pretende limitar las realizaciones ejemplares de la presente invención. Tal como se usan en la presente, se pretende que las formas en singular "un", "una", "el" y "la" incluyan también las formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "incluyendo", cuando se usan en esta invención, especifican la presencia de características, enteros, pasos, 50 operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

- Se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, tercero, etc. se pueden usar aquí para describir varios elementos, componentes, regiones, capas y/o secciones, estos elementos, componentes, regiones, capas y/o 55 secciones no deben estar limitados por estos términos. Estos términos solo se usan para distinguir un elemento, componente, región, capa o sección de otra región, capa o sección. Por lo tanto, un primer elemento, componente, región, capa o sección analizada a continuación podría denominarse un segundo elemento, componente, región, capa o sección sin apartarse de las enseñanzas de las realizaciones ejemplares.

- 60 Las realizaciones de la presente invención proporcionan un conjunto de electrodos que incluye un electrodo que

incluye una pluralidad de estructuras fibrosas que pueden aumentar un área superficial interfacial entre electrodos en comparación con una estructura de batería bidimensional (2D) convencional en la que un ánodo de tipo placa y un el cátodo de tipo placa se enfrentan entre sí.

- 5 Cuando la expresión "dirección diferente" se usa esta invención, se refiere a que cuando un ánodo que incluye una pluralidad de estructuras fibrosas y un cátodo que incluye una pluralidad de estructuras fibrosas se apilan o enrollan para formar una estructura de electrodo, las estructuras fibrosas de cualquier electrodo se extienden en una dirección arbitraria distinta a la dirección en la que se extienden las estructuras fibrosas del otro electrodo. Es decir, la pluralidad de estructuras fibrosas que constituyen el ánodo y el cátodo puede tener una flexibilidad estructural lo  
10 suficientemente alta para disponerse en diversos ángulos y en varias direcciones.

Además, cuando se usa en esta invención la expresión "cruzarse entre sí", se refiere a que cuando un ánodo que incluye una pluralidad de estructuras fibrosas y un cátodo que incluye una pluralidad de estructuras fibrosas se apilan o enrollan para formar una estructura de electrodo, las estructuras fibrosas de la el ánodo y el cátodo están  
15 dispuestos para tener al menos un punto donde se encuentran entre sí, que es diferente de una estructura convencional en la que un ánodo y un cátodo están apilados o dispuestos en la misma dirección.

Además, cuando el término "separador" se usa en está invención, el separador incluye un separador que generalmente se usa comúnmente en una batería de electrolito líquido que usa un electrolito líquido que tiene  
20 afinidad con el separador. Además, cuando el separador usado en esta invención incluye un electrólito de polímero sólido intrínseco y/o un electrolito de polímero de sólido en gel que está tan fuertemente unido al separador, el electrolito y el separador se reconocen como iguales. Por consiguiente, el significado del separador tiene que definirse como se describe en esta invención.

25 La FIG. 1 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 100 de una batería, de acuerdo con una realización de la presente invención. La FIG. 2 es una vista en perspectiva en sección transversal que ilustra las primeras y segundas estructuras 111 y 121 que tienen formas fibrosas, de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 Haciendo referencia a la FIG. 1, el conjunto de electrodos 100 que constituye la batería incluye una pluralidad de las primeras y segundas estructuras 111 y 121 y un separador 130. Las primeras estructuras 111 pueden extenderse en paralelo, y las segundas estructuras 121 pueden extenderse en paralelo. Las primeras estructuras 111 pueden extenderse en una dirección x, y las segundas estructuras 121 pueden extenderse en una dirección y diferente de la dirección x.

35 Las primeras estructuras 111 y/o las segundas estructuras 121 pueden extenderse en paralelo para estar separadas una de otra por una distancia "d" como se indica en la FIG. 1. Cada una de las primeras estructuras 111 y/o las segundas estructuras 121 puede tener un espesor w suficiente para proporcionar procesabilidad de formación adecuada para diversas disposiciones de las primeras y segundas estructuras 111 y 121. Por ejemplo, el grosor w  
40 de las primeras y segundas estructuras 111 y 121 puede variar de 400  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , y se puede determinar apropiadamente de acuerdo con un campo al que se aplica la batería. La distancia d puede ser mayor que 0  $\mu\text{m}$  y menor que 1.000  $\mu\text{m}$ , y preferiblemente, desde 2  $\mu\text{m}$  hasta 400  $\mu\text{m}$ . Como se describe a continuación, para aumentar un área de superficie interfacial entre electrodos, la distancia d puede ser mayor que 0  $\mu\text{m}$  y menor que el grosor w de las primeras y segundas estructuras 111 y 121.

45 Las primeras estructuras 111 que se extienden en una dirección en paralelo pueden estar conectadas eléctricamente entre sí para constituir un electrodo, por ejemplo, un cátodo 110. Del mismo modo, las segundas estructuras 121 pueden estar conectadas eléctricamente entre sí para constituir otro electrodo que tenga una polaridad diferente, por ejemplo, un ánodo 120.

50 Aunque las primeras estructuras 111 y las segundas estructuras 121 se extienden perpendiculares entre sí en la FIG. 1, la presente realización no está limitada a esto. Por ejemplo, las primeras y segundas estructuras 111 y 121 que tienen formas fibrosas pueden extenderse con un ángulo de aproximadamente 45° o 60° entre ellas.

55 Haciendo referencia a la FIG. 2, las primeras y segundas estructuras 111 y 121 pueden incluir núcleos colectores de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b y capas de material activo de ánodo y cátodo 113a y 113b que rodean los núcleos colectores de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b. Las capas de material activo de ánodo y cátodo 113a y 113b pueden revestirse respectivamente sobre los núcleos colectores de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b con suspensiones que incluyen un material activo correspondiente, un aglutinante y un material conductor.

60 Cada una de las suspensiones puede incluir el material activo correspondiente en una cantidad de 80 a 98 % en

peso, el aglutinante en una cantidad de 1 a 10 % en peso, y el material conductor en una cantidad de 1 a 10 % en peso basado en 100 % en peso.

Un espesor de la capa de material activo de ánodo 113a puede variar de 1  $\mu\text{m}$  a 300  $\mu\text{m}$ , y preferentemente de 30  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ . Un grosor de la capa de material activo de cátodo 113b puede variar de 3  $\mu\text{m}$  a 100  $\mu\text{m}$ , y preferentemente, de 3  $\mu\text{m}$  a 40  $\mu\text{m}$ , y más preferentemente, de 5  $\mu\text{m}$  a 20  $\mu\text{m}$ . Dado que un espesor de la capa de material activo de cátodo 113b se determina en el intervalo mencionado anteriormente, la batería puede garantizar un alto rendimiento y puede hacerse muy fina. Cuando un grosor de la capa de material activo del cátodo 113b es menor que 3  $\mu\text{m}$ , el efecto de retardar el cortocircuito interno puede degradarse, y cuando la batería es una batería secundaria de iones de litio, no se puede garantizar un alto rendimiento. Además, cuando un grosor de la capa de material activo de cátodo 113b es superior a 100  $\mu\text{m}$ , la batería puede no ser muy fina.

Los núcleos colectores de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b pueden ser, por ejemplo, líneas de metal blando. Por ejemplo, el núcleo del colector de corriente de cátodo 112a puede estar formado por un material de base metálica como por ejemplo acero inoxidable, titanio, aluminio o una aleación del mismo. Preferentemente, el núcleo del colector de corriente del cátodo 112a puede estar formado de aluminio o una aleación de los mismos. El núcleo del colector de corriente de ánodo 112b puede estar formado por un material de base metálica como por ejemplo cobre, acero inoxidable, níquel o una aleación de los mismos. Preferentemente, el núcleo del colector de corriente de ánodo 112b puede estar formado por cobre o una aleación del mismo.

Sin embargo, la presente realización no está limitada a esto, y cada uno de los núcleos del colector de corriente de cátodo y ánodo 112a y 112b puede incluir un material cuya forma puede cambiarse fácilmente, por ejemplo, un material polimérico que tiene conductividad electrónica tal como poli(sulfuritrilo), polipirrol, poli(p-fenileno), poli(sulfuro de fenileno), polianilina o poli(p-fenilenoivinileno). Alternativamente, cada uno de los núcleos de colector de corriente de cátodo y ánodo 112a y 112b puede estar formado por un material fibroso obtenido mediante la mezcla de una pasta de carbono conductora, una pasta de nanopartículas metálicas o una pasta de óxido de indio y estaño (ITO) con un aglutinante.

Aunque los núcleos de colector de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b de la FIG. 2 tienen formas de sección transversal circular en la FIG. 2, la presente realización no está limitada a esto. Por ejemplo, los núcleos del colector de corriente de cátodo y ánodo 112a y 112b pueden tener formas arbitrarias que pueden permitir que las capas de material activo de cátodo y ánodo 113a y 113b se fijen fácilmente a los núcleos de colector de corriente de ánodo y cátodo 112a y 112b. Por ejemplo, los núcleos del colector de corriente de cátodo y ánodo 112a y 112b pueden tener rugosidades superficiales predeterminadas y formas de sección transversal arbitrarias, por ejemplo, formas de sección transversal cuadradas u ovaladas, cuyo cambio de curvatura superficial varía del 60 % al 140 %.

La capa de material activo 130 puede incluir una capa de material adecuada para una batería primaria o una batería secundaria. Por ejemplo, cuando la batería es una batería primaria, la capa de material activo del cátodo 113a puede incluir óxido de manganeso, dióxido de manganeso electrolítico (EMD), óxido de níquel, óxido de plomo, dióxido de plomo, óxido de plata, sulfato de hierro o partículas de polímero conductivas, y la capa de material activo del ánodo 113b puede incluir partículas de zinc, aluminio, hierro, plomo o magnesio.

Cuando la batería es una batería secundaria, la capa de material activo del cátodo 113a puede incluir un compuesto de Li que incluye al menos un metal de Ni, Co, Mn, Al, Cr, Fe, Mg, Sr, V, La y Ce, y en al menos un elemento no metálico seleccionado del grupo que consiste en O, F, S, P y una combinación de los mismos. Por ejemplo, la capa de material activo del cátodo 113a puede incluir un compuesto representado por  $\text{Li}_a \text{A}_{1-b} \text{B}_b \text{D}_2$ , donde A se selecciona entre el grupo formado por Ni, Co, Mn y una combinación de los mismos, B se selecciona entre el grupo formado por Al, Ni, Co, Mn, Cr, Fe, Mg, Sr, V, un elemento poco común en la tierra y una combinación de los mismos, y D se selecciona entre el grupo formado por O, F, S, P y una combinación de los mismos, y  $0,95 \leq a \leq 1,1$  y  $0 \leq b \leq 0,5$ .

Cuando la batería es una batería secundaria, la capa de material activo del ánodo 113b puede incluir un material a base de carbono como por ejemplo un carbono poco cristalizado o un material a base de carbono altamente cristalizado que puede intercalar y desintercalar iones de litio. El carbono poco cristalizado puede ser carbono blando o carbono duro. El carbón altamente cristalizado puede ser grafito natural o carbono horneado a alta temperatura como grafito Kish, carbono pirolítico, fibra de carbono a base de brea mesofásica, micropérlas mesocarbono, brea de mesofase o coque derivado de brea de petróleo o alquitrán de hulla. La capa 113b de material activo de ánodo puede incluir un aglutinante, y el aglutinante puede ser un material polimérico como por ejemplo copolímero de fluoruro de vinilideno-hexafluoropropileno (PVDF-co-HFP), fluoruro de polivinilideno, poliacrilonitrilo o polimetilmetacrilato. Alternativamente, para proporcionar una batería secundaria de alta capacidad,

la capa de material activo del cátodo 113b puede incluir un compuesto de base metálica o intermetálico que incluye S, Si o Sn.

Aunque los núcleos colectores de corriente 112a y 112b y las capas de material activo 113a y 113b se forman por separado en la FIG. 2, la presente realización no se limita a esto: cualquier núcleo del colector de corriente y una capa de material activo correspondiente de al menos una de las primeras estructuras 111 y las segundas estructuras 121 pueden estar formados por el mismo material.

En un ejemplo, solo una de las primeras y segundas estructuras 111 y 121 puede incluir además una capa de electrolito sólido como por ejemplo una capa de electrolito de polímero sólido intrínseco. La capa de electrolito sólido se puede formar usando un proceso de impregnación consecutiva usando el mismo disolvente que el usado para formar una capa de material activo dispuesta debajo de la capa de electrolito sólido. La capa de electrolito sólido puede incluir, por ejemplo, una matriz polimérica compuesta por cualquiera de polietileno, polipropileno, poliimida, polisulfona, poliuretano, cloruro de polivinilo, poliestireno, óxido de polietileno, óxido de polipropileno, polibutadieno, celulosa, carboximetilcelulosa, nailon, poliacrilonitrilo, fluoruro de polivinilideno, politetrafluoroetileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno y hexafluoropropileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno y trifluoroetileno, un copolímero de fluoruro de vinilideno y tetrafluoroetileno, polimetilacrilato, polietilacrilato, polimetilmetacrilato, polietilmetacrilato, polibutilacrilato, polibutilmetacrilato, acetato de polivinilo, alcohol polivinílico y una combinación de los mismos, un aditivo y una solución electrolítica. El aditivo puede ser sílice, talco, alúmina ( $Al_2O_3$ ),  $TiO_2$ , arcilla, zeolita, o una combinación de los mismos. La solución electrolítica puede ser una sal disolución que incluye electrolítica acuosa tal como hidróxido de potasio (KOH), bromuro de potasio (KBr), cloruro de potasio (KCL), cloruro de cinc ( $ZnCl_2$ ) o ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ).

En la FIG. 2, solo las segundas estructuras 121 incluyen cada una, una capa de electrolito sólido 114 como por ejemplo un electrolito de polímero sólido intrínseco. Como tal, dado que la capa de electrolito sólido 114 está formada en estructuras de cualquiera de los cátodos 110 y ánodos 120, se puede reducir un volumen cuando se compara con un caso en el que la capa de electrolito sólido 114 se forma en estructuras del cátodo 110 y el ánodo 120, mejorando así la densidad de energía. Además, suponiendo que las primeras estructuras 111 del cátodo 110 y las segundas estructuras 121 del ánodo 120 se cruzan entre sí, si la capa de electrolito sólido 114 se forma tanto en el cátodo 110 como en el ánodo 120, pueden producirse grietas en la capa del electrolito sólido 114 debido a un cambio en un volumen del conjunto de electrodos 100 mientras se carga o descarga una batería secundaria, reduciendo así la vida útil del conjunto de electrodos 100. En consecuencia, preferentemente, la capa de electrolito sólido 114 puede formarse selectivamente solo en las estructuras de un electrodo cuyo cambio de volumen es menor durante su carga/descarga que otro electrodo. Por ejemplo, cuando la batería es una batería secundaria, la capa de electrolito sólido 114 puede formarse selectivamente solo en las segundas estructuras 121 del ánodo 120 cuyo cambio de volumen es relativamente pequeño durante la carga/descarga, como se muestra en la FIG. 2.

Haciendo referencia de nuevo a la FIG. 1, el separador 130 puede tener una forma estratificada, y está dispuesto entre las primeras estructuras 111 que constituyen el cátodo 110 y las segundas estructuras 121 que constituyen el ánodo 120. El separador 130 puede ser, por ejemplo, una película microporosa, un material tejido, un material no tejido, una película de electrolito de polímero sólido intrínseca, o una película de electrolito de polímero de sólido en gel. La película de electrolito de polímero sólido intrínseca puede incluir un material de polímero de cadena lineal o un material de polímero reticulado. La película de electrolito de polímero de gel puede ser uno cualquiera de un polímero que contiene plastificante que incluye sal, un polímero que contiene carga, y un polímero puro, o una combinación de los mismos.

Los materiales enumerados anteriormente para el separador 130 son ejemplares, y cualquier material aislante electrónico apropiado cuya forma puede cambiarse fácilmente y tener una conductividad iónica apropiada, y que tiene una alta resistencia mecánica y no puede romperse o agrietarse incluso cuando el conjunto de electrodo 100 es deformado puede usarse para el separador 130. El separador 130 puede ser una película de una sola capa o una película de múltiples capas. La película multicapa puede ser un apilamiento de películas de una sola capa formadas por el mismo material o un apilamiento de películas formadas por diferentes materiales. Un grosor del separador 130 puede variar de 10  $\mu m$  a 300  $\mu m$ , preferentemente de 10  $\mu m$  a 40  $\mu m$ , y más preferentemente de 10  $\mu m$  a 25  $\mu m$ , teniendo en cuenta la durabilidad, la función de apagado y la estabilidad de la batería.

Como se describe anteriormente, las primeras estructuras 111 que constituyen el cátodo 110 y las segundas estructuras 121 que constituyen el ánodo 120 se extienden en direcciones diferentes, y se cruzan entre sí en diferentes direcciones con el separador 130 entre ellas. Dado que las primeras y segundas estructuras 111 y 121 del cátodo 110 y el ánodo 120 tienen superficies curvas y están dispuestas de una manera tridimensional (3D) y cruzadas entre sí con el separador 130 entre ellas, un área superficial interfacial entre el cátodo 110 y el ánodo 120

puede aumentarse. Como resultado, se puede mejorar la densidad de energía en el mismo volumen, y también se pueden mejorar la velocidad de carga/descarga, la eficiencia de carga/descarga y el ciclo de la batería.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 200 de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el conjunto de electrodo 200 incluye una pluralidad de estructuras de la primera a la cuarta 111a, 121a, 121b y 111b que tienen formas fibrosas, y el separador 130. Las primeras estructuras 111a y las segundas estructuras 121a que se extienden en paralelo en una dirección corresponden a las primeras y segundas estructuras 111 y 121 del conjunto de electrodos 100 ilustrado en la FIG. 1. Las primeras y segundas estructuras 111a y 121a están acopladas entre sí y pueden constituir respectivamente un primer cátodo 110a y un primer ánodo 120a de la batería.

El conjunto de electrodos 200 de la FIG. 3 incluye además las terceras estructuras 121b que tienen formas fibrosas y se extienden sobre una primera superficie principal 130a del separador 130 en la misma dirección que las primeras estructuras 111a para alternar con las primeras estructuras 111a. Asimismo, el conjunto de electrodos 200 puede incluir además las cuartas estructuras 111b que tienen formas fibrosas y se extienden sobre una segunda superficie principal 130b del separador 130 en la misma dirección que las segundas estructuras 121a del ánodo 120a para alternar con las segundas estructuras 121a.

Las terceras estructuras 121b y las cuartas estructuras 111b pueden tener respectivamente polaridad opuesta a la de las primeras estructuras 111a y las segundas estructuras 121a que son respectivamente adyacentes a las terceras estructuras 121b y a las cuartas estructuras 111b. Por ejemplo, las terceras estructuras 121b pueden constituir un segundo ánodo 120b y las cuartas estructuras 111b pueden constituir un segundo cátodo 110b.

El primer cátodo 110a y el segundo cátodo 110b se pueden acoplar entre sí con cables para constituir un único cátodo común. Asimismo, el primer ánodo 120a y el segundo ánodo 120b pueden estar eléctricamente acoplados entre sí para constituir un único ánodo común. Sin embargo, es ejemplar y la presente realización no está limitada a esto. Por ejemplo, uno cualquiera del primer cátodo 110a y el segundo cátodo 110b y uno cualquiera del primer ánodo 120a y el segundo ánodo 120b se pueden acoplar entre sí, y el cátodo y ánodo restantes se pueden proporcionar como electrodos externos para proporcionar una batería bipolar. Además, un experto en la técnica entenderá que puede proporcionarse cualquiera de las diversas baterías bipolares para aumentar un voltaje operativo seleccionando apropiadamente el número y la disposición de las estructuras que tienen polaridades opuestas, acoplando las estructuras en serie en la batería, y proporcionarse estructuras restantes como un cátodo y un ánodo.

Para asegurar un aislamiento estable entre estructuras adyacentes que tienen polaridades opuestas, algunas de las estructuras primera a cuarta 111a, 121a, 121b y 111b pueden estar parcialmente enterradas en la primera y segunda superficie principal 130a y 130b del separador 130 como se muestra en la FIG. 3. Con este fin, las zanjas T (véase la FIG. 5) para recibir las estructuras primeras a cuartas 111a, 121a, 121b y 111b se pueden formar en las superficies principales primeras y segundas 130a y 130b del separador 130, o las estructuras primeras a cuartas 111a, 121a, 121b y 111b pueden enterrarse en la primeras y la segundas superficies principales 130a y 130b del separador 130 presionando las estructuras primeras a cuartas 111a, 121a, 121b y 111b después de disponer las estructuras primeras a cuartas 111a, 121a, 121b y 111b.

Como se describe con referencia a la FIG. 2, una capa de electrolito sólido puede formarse adicionalmente solo en una capa de material activo de estructuras que tienen un tipo de polaridad. En este caso, las estructuras adyacentes que tienen polaridades opuestas pueden extenderse sobre la misma superficie del separador 130 mientras se contactan entre sí sin estar separadas entre sí. Por ejemplo, en la FIG. 3, una capa de electrolito sólido puede formarse selectivamente solo en una de las segundas estructuras 111a y las terceras estructuras 121b, y las segundas estructuras 111a y las terceras estructuras 121b pueden disponerse en paralelo en la primera superficie principal 130a del separador 130 sin estar separados la una de la otra. Asimismo, una capa de electrolito sólido puede formarse selectivamente solo en una de las segundas estructuras 121a y las cuartas estructuras 111b, y en este caso, las segundas estructuras 121a y las cuartas estructuras 111b pueden disponerse en paralelo en la segunda superficie principal 130b del separador 130 sin estar separado la una de la otra.

En la FIG. 3, dado que las estructuras primeras a cuartas 111a, 121a, 121b y 111b que tienen superficies curvadas 3D están dispuestas de manera que las estructuras que tienen polaridades opuestas se enfrentan cruzando entre sí con el separador 130 entre ellas y también se enfrentan en la misma superficie principal del separador 130, puede aumentarse un área de superficie interfacial entre los electrodos en comparación con la de un conjunto de electrodo

de cepillo convencional simple. En consecuencia, se puede mejorar la densidad de energía en el mismo volumen, y también se pueden mejorar la velocidad de carga/descarga, la eficiencia de carga/descarga y el ciclo de la batería.

La FIG. 4 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra un conjunto de electrodos 300 de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 4, el conjunto de electrodos 300 incluye uno primeros y unos segundos separadores 331 y 332 que están apilados. Aunque el primer separador 331 y el segundo separador 332 se ilustran en la FIG. 4, la presente realización no está limitada a esto y se pueden apilar tres o más separadores.

10

En el conjunto de electrodos 300, las primeras estructuras 111a que constituyen un primer electrodo 310a, las segundas estructuras 121a que constituyen un segundo electrodo 320a, y el primer separador 331 son las mismas que las descritas con referencia a la FIG. 1. Las terceras estructuras 121c en una superficie principal del segundo separador 332 que es opuesta a una interfaz entre el primer separador 331 y el segundo separador 332, se extienden en una dirección, por ejemplo, una dirección y, para cruzar las primeras estructuras 111a que se extienden en, para ejemplo, una dirección x.

15

Además, las terceras estructuras 121c pueden tener una polaridad opuesta a la de las primeras estructuras 111a. Por ejemplo, cuando el primer electrodo 310a es un cátodo, las terceras estructuras 121c se pueden acoplar entre sí para constituir un segundo ánodo 320c. El segundo electrodo 320a (referido como primer ánodo) y el segundo ánodo 320c se pueden acoplar entre sí para constituir un ánodo común. Aunque no se muestra en la FIG. 4, otro separador puede apilarse sobre el segundo separador 332, y el primer electrodo 310a (referido como primer cátodo) puede acoplarse a las estructuras de un cátodo en la otra forma separadora apilada en el segundo separador 332 para constituir un cátodo común. La estructura es ejemplar, y se puede proporcionar una batería bipolar determinando apropiadamente el número y la disposición de las estructuras que tienen polaridades opuestas y que acoplan las estructuras.

20

25

La FIG. 5 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra un conjunto de electrodos 400 de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

30

Haciendo referencia a la FIG. 5, el conjunto de electrodos 400 incluye una pluralidad de separadores, es decir, un primer y un segundo separador 431 y 432 que están apilados. Aunque el primer separador 431 y el segundo separador 432 se ilustran en la FIG. 5, tres o más separadores pueden apilarse.

35

En el conjunto de electrodos 400, para las estructuras primera a cuarta 111a, 121a, 121b y 111b que constituyen respectivamente los electrodos 410a, 420a, 420b y 410b, la divulgación con referencia a la FIG. 3 puede referirse. Las quintas y sextas estructuras adicionales 111c y 121c, que se extienden sobre una superficie principal del segundo separador 432 que es opuesto a la interfaz entre el primer separador 431 y el segundo separador 432, se extienden en una dirección, por ejemplo, una dirección, para cruzar las primeras estructuras 111a y las terceras estructuras 121b dispuestas bajo las quintas y sextas estructuras 111c y 121c. Las quintas y sextas estructuras 111c y 121c tienen polaridades opuestas, y pueden estar dispuestas en la superficie principal del segundo separador 432 para alternarse entre sí.

40

Como se describe anteriormente con referencia a la FIG. 3, una capa de electrolito sólido puede formarse adicionalmente solo en una capa de material activo de cada una de las estructuras que tienen una polaridad. En este caso, las estructuras adyacentes que tienen polaridad opuesta pueden extenderse sobre la misma superficie principal del primer y segundo separador 431 y 432 al contactarse entre sí sin estar separadas entre sí.

45

Además, se puede proporcionar un cátodo 410c y un ánodo 420c combinando apropiadamente grupos de estructuras que tienen diferentes órdenes de apilamiento y direcciones de extensión, o se puede proporcionar una batería bipolar seleccionando algunas de las estructuras y acoplando eléctricamente las estructuras como se describe anteriormente. En las FIGS. 4 y 5, dado que dos o más separadores están apilados y se disponen estructuras fibrosas en la interfaz y una superficie principal de los separadores opuestos a la interfaz, se aumenta un área de electrodo interfacial entre estructuras adyacentes que tienen polaridades opuestas, mejorando así la densidad de energía, carga/velocidad de descarga, eficiencia de carga/descarga y características del ciclo de la batería.

50

55

Las FIGS. 6A a 6C son vistas en perspectiva que ilustran un conjunto de electrodos 500 de acuerdo con otra realización de la presente invención.

60

- Haciendo referencia a las FIGS. 6A y 6B, cada uno de un cátodo 510M y un ánodo 520M del conjunto de electrodos 500 incluye una pluralidad de estructuras fibrosas que tienen la misma polaridad y se cruzan entre sí. La pluralidad de estructuras fibrosas 511x y 511y y 521w y 521z que tienen la misma polaridad pueden contactarse entre sí y pueden formar estructuras de rejilla, respectivamente. Por ejemplo, el cátodo 510M incluye la pluralidad de estructuras fibrosas 511x que se extienden en una dirección x, y la pluralidad de estructuras fibrosas 511y que se extienden en otra dirección, es decir, una dirección, para cruzar las estructuras 511x. El ánodo 521M incluye la pluralidad de estructuras fibrosas 521w y 521z que se extienden en diferentes direcciones, es decir, una dirección aw y una dirección az, y se cruzan entre sí.
- 10 En el conjunto de electrodos 500 de la FIG. 6C, un primer separador 531 está dispuesto entre el cátodo 510M y el ánodo 520M, para aislar eléctricamente el cátodo 510M y el ánodo 520M. El cátodo 510M y el ánodo 520M pueden alinearse para que sean simétricos entre sí alrededor del primer separador 531. Alternativamente, como se indica en la FIG. 6C, las estructuras de rejilla del electrodo 510M y 520M pueden girarse de manera que el cátodo 510M y el ánodo 520M se crucen entre sí sin ser simétricos entre sí. Es decir, el cátodo 510M puede estar dispuesto de manera que las estructuras 511x y 511y estén alineadas en las direcciones w y z, y el ánodo 520M pueda estar dispuesto de manera que las estructuras 521w y 521z estén alineadas en las direcciones xey. En este caso, puede aumentarse un área interfacial entre estructuras cuando se compara con un caso donde el cátodo 510M y el ánodo 520M están alineados con precisión entre sí.
- 15
- 20 En otro ejemplo, el cátodo 510M y el ánodo 520M pueden alinearse en la misma dirección y sus estructuras de rejilla pueden estar desalineadas. Por ejemplo, aunque no se muestra en las FIGS. 6A a 6C, el cátodo 510M y el ánodo 520M pueden estar desplazados de manera que tanto las estructuras 511x como 511y del cátodo 510M y las estructuras 521w y 521z del ánodo 520M puedan disponerse en las direcciones xey, y cualquiera del cátodo 510M y el ánodo 520M puedan moverse en la dirección xo en la dirección y para desalinear las estructuras de la rejilla.
- 25 Además, se puede aumentar un área interfacial combinando el método de rotación mencionado anteriormente y el método de movimiento para desalinear las estructuras de rejilla del cátodo 510M y el ánodo 520M.
- En otro ejemplo, como se indica en la FIG. 6C, un segundo separador 532 puede apilarse sobre el primer separador 531, y un electrodo 530M que tiene otra estructura de rejilla puede disponerse sobre una superficie principal del segundo separador 532 que es opuesta a la interfaz entre el primer separador 531 y el segundo separador 532. En consecuencia, la densidad de energía puede mejorarse aún más. El electrodo adicional 530M puede ser un ánodo, y el electrodo 530M y el cátodo 510M dispuesto debajo del electrodo 530M pueden alinearse de manera como por ejemplo la descrita para la alineación del cátodo 510M y el ánodo 520M.
- 30
- 35 La FIG. 7 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 600 de una batería, de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- Haciendo referencia a la FIG. 7, en el conjunto de electrodos 600, las primeras estructuras 111 que constituyen un primer electrodo 610 y las segundas estructuras 121 que constituyen un segundo electrodo 620 se cruzan entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre que se desplazan recíprocamente a través de un separador 630. La imagen de la derecha ilustra el conjunto de electrodos 600 del que no se muestra el separador 630 para mostrar claramente las primeras estructuras 111 y las segundas estructuras 121.
- 40
- Dado que diferentes estructuras están aisladas por el separador 630, incluso cuando el conjunto de electrodos 600 está deformado, se puede evitar que las primeras y segundas estructuras 111 y 121 se cortocircuiten. La densidad de energía puede mejorarse y el aislamiento entre las primeras y segundas estructuras 111 y 121 puede mejorarse formando una capa de electrolito sólido solo en estructuras que tienen una polaridad como se describe con referencia a la FIG. 2. Aunque no se muestra en la FIG. 7, uno o más separadores pueden apilarse adicionalmente sobre el separador 630 sin desviarse del alcance de la presente invención.
- 45
- 50 Además, como se describe anteriormente, cuando las primeras y segundas estructuras 111 y 121 que tienen estructuras fibrosas se cruzan en direcciones diferentes, las primeras y segundas estructuras 111 y 121 pueden cruzarse entre sí a una frecuencia predeterminada, o al menos algunas de las primeras y segundas estructuras 111 y 121 pueden cruzarse entre sí al azar. Dado que las estructuras que tienen una polaridad están enterradas al menos parcialmente en estructuras que tienen polaridad opuesta, puede aumentarse un área interfacial entre el primer electrodo 610 y el segundo electrodo 620, puede mejorarse la densidad de energía y la velocidad de carga/descarga, la eficiencia de carga/descarga, y también puede mejorarse la vida útil.
- 55
- La FIG. 8 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 700, de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- 60

Haciendo referencia a la FIG. 8, el conjunto de electrodos 700 incluye, en lugar de un separador, una matriz de separación 730 que tiene un grosor suficientemente grande para al menos dos electrodos 710 y 720 respectivamente que incluyen las primeras y segundas estructuras 711 y 712 que tienen polaridades opuestas para  
 5 incrustarse en la matriz de separación 730. La matriz de separación 730 puede estar formada por el mismo material que los separadores en las realizaciones previas. Con el fin de alinear las primeras y segundas estructuras 711 y 712 en la matriz de separación 730, la matriz de separación 730 puede proporcionarse alineando las primeras y segundas estructuras 711 y 722 en una solución que será una matriz de separación y luego coagulando la solución. La matriz de separación 730 puede estar formada por un electrolito de polímero sólido intrínseco o un electrolito de  
 10 polímero de gel.

Las primeras estructuras 711 que pasan a través de la matriz de separación 730 y se extienden en una dirección x pueden estar dispuestas en el mismo plano. Asimismo, las segundas estructuras 721 que pasan a través de la matriz de separación 730 y se extienden en una dirección y pueden estar dispuestas en el mismo plano. Los planos  
 15 en los que están dispuestas las primeras y segundas estructuras 711 y 712 que tienen polaridades opuestas están separadas entre sí, y las estructuras primera y segunda 711 y 721 están separadas entre sí en la matriz de separación 730.

Un experto en la técnica entenderá que las primeras y segundas estructuras 711 y 721 que pasan a través de la matriz de separación 730 pueden apilarse como dos o más capas en la matriz de separación 730, y dos o más matrices de separación 730 pueden estar apiladas. Dado que un área interfacial entre las primeras y segundas estructuras 711 y 722 que están adyacentes entre sí se incrementa de una manera tridimensional, la densidad de energía puede mejorarse y la eficiencia de carga/descarga y las características del ciclo de la batería también pueden mejorarse.  
 20

Aunque las estructuras que tienen polaridades opuestas están separadas en la FIG. 8, una capa de electrolito sólido como por ejemplo una capa de electrolito de polímero sólido intrínseco puede formarse adicionalmente solo en las estructuras que tienen una de dos polaridades específicas, por ejemplo, las estructuras de un ánodo. En este caso, las estructuras que tienen polaridades opuestas pueden extenderse para cruzarse en la misma dirección o en  
 25 diferentes direcciones sin estar separadas la una de la otra. Alternativamente, las estructuras que tienen las mismas polaridades pueden extenderse para cruzar en la misma dirección o en diferentes direcciones al contactarse entre sí sin estar separadas la una de la otra.  
 30

La FIG. 9 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 800, de acuerdo con otra realización de la presente invención.  
 35

Haciendo referencia a la FIG. 9, el conjunto de electrodos 800 incluye una matriz de separación 830 que tiene un grosor suficientemente grande para que las estructuras primera a cuarta 811a, 821a, 821b y 811b tengan diferentes polaridades para apilarse para cruzarse entre sí en la matriz de separación 830. Para alinear las primeras a las cuartas estructuras 811a, 821a, 821b y 811b en la matriz de separación 830, la matriz de separación 830 puede proporcionarse alineando las primeras a las cuartas estructuras 811a, 821a, 821b y 811b en una solución que es una matriz de separación y después coagular la solución. La matriz de separación 830 puede estar formada por un electrolito de polímero sólido o un electrolito de polímero de gel.  
 40

Las primeras a las cuartas estructuras 811a, 821a, 821b y 811b pasan a través de la matriz de separación 830. El conjunto de electrodos 800 es diferente del conjunto de electrodos 700 porque el conjunto de electrodos 800 incluye además las terceras estructuras 821b que se extienden en una dirección x en el mismo plano que las primeras estructuras 811a que se extienden en la dirección x para alternar con las primeras estructuras 811a y tienen polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras 811a. Asimismo, el conjunto de electrodos 800 incluye además las cuartas estructuras 811b que se extienden en una dirección y en el mismo plano que las segundas estructuras 821a que pasan a través de la matriz de separación 830 y se extienden en la dirección y para alternar con las segundas estructuras 821a y tienen polaridad opuesta a polaridad de las segundas estructuras 821a. Se pueden proporcionar un cátodo y un ánodo fuera de una batería combinando estructuras que tienen la misma polaridad, o se puede proporcionar una batería bipolar mediante estructuras de acoplamiento que tienen polaridades  
 45 opuestas en la batería.  
 50  
 55

Las realizaciones se pueden combinar a menos que sean contradictorias sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, en el conjunto de electrodos 600 de la FIG. 7, la matriz de separación 730 (véase la FIG. 8) en lugar del separador 630, y las primeras y segundas estructuras 111 y 121 que son hilos de trama e hilos de urdimbre  
 60 ilustrados en la imagen de la derecha de la FIG. 7 puede enterrarse como al menos una capa en la matriz de

separación 730. Además, en el conjunto de electrodos 500 de la FIG. 6C, las primeras y las segundas estructuras 511x y 511y pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre, y las terceras y cuartas estructuras 521w y 521z pueden cruzarse entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre. En este caso, una capa de electrolito sólido puede formarse adicionalmente selectivamente solo en un electrodo, preferiblemente, un electrodo cuyo cambio de volumen durante la carga/descarga es el electrodo más pequeño entre el cátodo 510M que incluye las estructuras 511x y 511y y el ánodo 520M que incluye el estructuras 521w y 521z. Además, se entenderá que pueden combinarse dos o más estructuras que tienen diferentes disposiciones.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 900, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 10, el conjunto de electrodos 900 que constituye una batería incluye un primer electrodo 920 que incluye una pluralidad de primeras estructuras 121 que tienen formas fibrosas, y un segundo electrodo 910 que tiene una forma de planificador y una polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras 121. El segundo electrodo 910 que está enfrentado al primer electrodo 920 que incluye las primeras estructuras 121 es diferente de otras estructuras fibrosas porque el segundo electrodo 910 tiene forma de planificador.

Un grosor  $w$  de cada una de las primeras estructuras 121 puede variar de  $400\ \mu\text{m}$  a  $2.000\ \mu\text{m}$ , y puede determinarse apropiadamente de acuerdo con un campo al que se aplica la batería. Una distancia  $d$  entre las primeras estructuras 121 puede ser mayor que  $0\ \mu\text{m}$  e inferior a  $1.000\ \mu\text{m}$ , y preferentemente desde  $2\ \mu\text{m}$  a  $400\ \mu\text{m}$ . Para aumentar un área de superficie interfacial entre el primer y segundo electrodo 920 y 910, la distancia  $d$  puede ser mayor que  $0\ \mu\text{m}$  y menor que el grosor  $w$  de cada una de las primeras estructuras 121.

Se proporciona un separador 930 entre el primer electrodo 910 y los segundos electrodos 920. El separador 930 puede ser una película microporosa, un material tejido, un material no tejido una película de electrolito de polímero sólido intrínseca, o una película de electrolito de polímero sólido en gel como se describe anteriormente. La película de electrolito de polímero sólido intrínseca puede incluir un material de polímero de cadena lineal o un material de polímero reticulado. La película de electrolito de polímero de gel puede ser uno cualquiera de un polímero que contiene plastificante que incluye sal, un polímero que contiene carga, y un polímero puro, o una combinación de los mismos.

Las primeras estructuras 121 que se extienden en paralelo en una dirección pueden estar conectadas eléctricamente entre sí para constituir un electrodo, por ejemplo, un cátodo. En este caso, el segundo electrodo 910 que tiene la forma del planificador puede ser un ánodo.

La FIG. 11 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 1000, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 11, el conjunto de electrodos 1000 es diferente del conjunto de electrodo 900 de la FIG. 10 en que las primeras estructuras 121 se extienden adicionalmente para rodear un segundo electrodo 1010 y, por lo tanto, para hacer frente a ambas superficies principales del segundo electrodo 1010 que tiene una forma de planificador. Para separar un primer electrodo 1020 que incluye las primeras estructuras 121 del segundo electrodo 1010 que tiene forma de planificador, los separadores 1030a y 1030b pueden estar dispuestos entre las primeras estructuras 121 y las dos superficies principales del segundo electrodo 1010. Se puede proporcionar una pluralidad de separadores como se muestra en la FIG. 11, y un separador de planificador puede plegarse para contactar las dos superficies principales del segundo electrodo 1010. Alternativamente, se puede proporcionar un separador proporcionando un electrolito de polímero sólido intrínseco o un electrolito de polímero de sólido en gel para rodear el segundo electrodo 1010.

Dado que las primeras estructuras 121 están enrolladas alrededor de las dos superficies principales del segundo electrodo 1010, se puede aumentar un área de superficie interfacial entre el primer y el segundo electrodo 1010 y 1010. En consecuencia, se puede mejorar la densidad de energía en el mismo volumen, y también se pueden mejorar la eficiencia de carga/descarga y también se pueden mejorar las características del ciclo de la batería. Aunque las primeras estructuras 121 rodean el segundo electrodo 1010 al ser enrolladas una vez en la FIG. 11, las primeras estructuras 121 pueden enrollarse dos o más veces sin apartarse del alcance de la presente invención. En este caso, solo una primera estructura, en lugar de una pluralidad de primeras estructuras, puede proporcionarse enrollada en espiral.

La FIG. 12 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 1100, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 12, un electrodo 1121M del conjunto de electrodos 1100 incluye una pluralidad de estructuras fibrosas 1121x y 1121y que tienen la misma polaridad y se cruzan entre sí. La pluralidad de estructuras fibrosas 1121x y 1121y que tienen la misma polaridad pueden contactarse entre sí para formar una estructura de rejilla. Otro electrodo 1110 del conjunto de electrodos 1000 tiene una forma de planificador como el segundo electrodo 910 de la FIG. 10. El electrodo 1121M puede ser un ánodo y el electrodo 1110 puede ser un cátodo. Se proporciona un separador 1130 entre el electrodo 1121M que incluye las estructuras 1121x y 1121y y el electrodo 1110 que tiene la forma del planificador.

10 La FIG. 13 es una vista en perspectiva que ilustra un conjunto de electrodos 1200, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Haciendo referencia a la FIG. 13, el conjunto de electrodo 1200 incluye primeras estructuras 121a y además incluye segundas estructuras 121b que se extienden en una dirección diferente de una dirección en la que las primeras estructuras 121a se extienden para cruzar las primeras estructuras 121a y tienen la misma polaridad que las primeras estructuras 121a, cuando se compara con el conjunto de electrodos 1100 de la FIG. 12. Sin embargo, en la FIG. 13, las primeras estructuras 121a y las segundas estructuras 121b se cruzan como hilos de trama e hilos de urdimbre.

20 Otro electrodo 1210 del conjunto de electrodos 1200 tiene una forma de planificador. El electrodo 1210 es un cátodo, y el electrodo 1220 que incluye las primeras y segundas estructuras 121a y 121b es un ánodo. Se proporciona un separador 1230 entre el electrodo 1210 que tiene la forma del planificador y el electrodo 1220 que incluye las estructuras 121a y 121b.

25 Después de que se formen los conjuntos de electrodos, se puede impregnar un separador o una matriz de separación en un electrolito apropiado para ser activado. Alternativamente, cuando el separador o la matriz de separación están formados por un gel o un electrolito de polímero sólido intrínseco, el separador o la matriz de separación pueden activarse sin impregnarse.

30 Como se describió anteriormente, dado que al menos uno de un cátodo y un ánodo incluye una pluralidad de estructuras fibrosas, puede aumentarse un área superficial interfacial entre los electrodos y puede fabricarse fácilmente un conjunto de electrodos que es fino y cuya forma puede cambiarse fácilmente. Un experto en la materia entendería que las realizaciones se pueden combinar a menos que sean contradictorias sin apartarse del alcance de la presente invención. Por ejemplo, en la FIG. 13, las primeras y segundas estructuras que se cruzan como hilos de trama e hilos de urdimbre pueden extenderse para corresponder a través de un separador.

Se puede proporcionar una batería cuya forma se cambia fácilmente cambiando las formas de las estructuras fibrosas cuyas formas se pueden cambiar fácilmente, ajustando las áreas de las estructuras para ajustar la capacidad y plegando, doblando o apilando las estructuras. Por ejemplo, la batería se puede usar como una batería pequeña uniéndola a la ropa, bolsas, etc., o se puede usar como una batería grande o mediana de vehículos al tener una gran capacidad.

Además, de acuerdo con las realizaciones, dado que un área interfacial se incrementa de una manera tridimensional y se mejora la eficacia de carga/descarga, se puede fabricar una batería usando una pequeña cantidad de material de cátodo. En el caso de una batería de iones de litio, considerando sus reservas limitadas, de acuerdo con las realizaciones, se puede proporcionar una batería que puede obtener la misma energía con menos litio.

De acuerdo con una o más realizaciones de la presente invención, dado que al menos algunos electrodos incluyen una pluralidad de estructuras que tienen formas fibrosas, se puede aumentar un área de superficie interfacial entre los electrodos debido a las superficies curvas y las disposiciones 3D de las estructuras. En consecuencia, se puede mejorar la densidad de energía de la batería en el mismo volumen, y también se pueden mejorar la velocidad de carga/descarga, la eficiencia de carga/descarga y el ciclo de la batería.

Además, dado que las estructuras fibrosas constituyen electrodos, la forma de una batería puede cambiarse fácilmente. Dado que la capacidad puede ajustarse fácilmente doblando o apilando la batería, la batería se puede usar fácilmente como una batería pequeña o una batería grande o mediana.

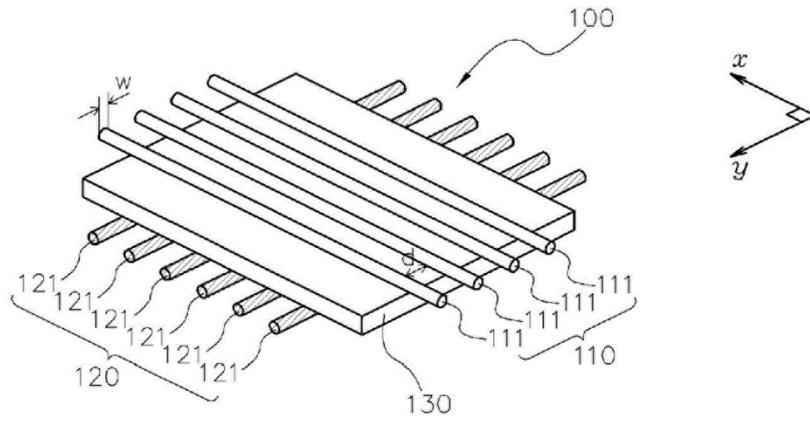
Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito particularmente con referencia a realizaciones ejemplares de la misma, los expertos en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la presente invención como definido por las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

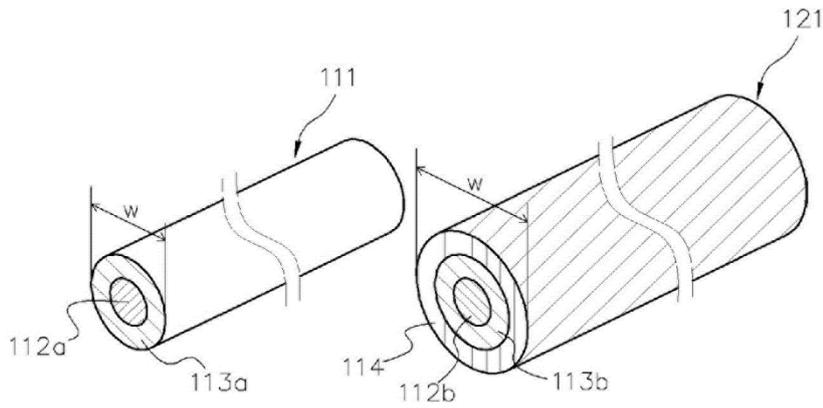
1. Un conjunto de electrodos que comprende:
  - 5 un primer electrodo que comprende una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una primera dirección;
  - un segundo electrodo que comprende una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras, y se extienden en una segunda dirección diferente de la primera dirección; y
  - 10 un primer separador que está dispuesto entre las primeras estructuras y las segundas estructuras que se cruzan entre sí, y separa las primeras estructuras de las segundas estructuras,
  - un tercer electrodo que comprende una pluralidad de terceras estructuras que tienen una forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las primeras estructuras, y se extienden sobre una primera superficie principal del primer separador en la primera dirección para alternar con las primeras estructuras; y
  - 15 un cuarto electrodo que comprende una pluralidad de cuartas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las segundas estructuras, y se extienden sobre una segunda superficie principal del primer separador en la segunda dirección para alternar con las segundas estructuras,
 donde las terceras estructuras y las cuartas estructuras que se cruzan entre sí están separadas entre sí por el primer separador.
- 20 2. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, donde las primeras estructuras se extienden sobre la primera superficie principal del primer separador para estar separadas una de otra, y las segundas estructuras se extienden sobre la segunda superficie principal del primer separador que es opuesta a la primera superficie que debe estar separada la una de la otra.
- 25 3. El conjunto de electrodo de la reivindicación 1, donde al menos algunas de las primeras a cuartas estructuras están enterradas parcial o totalmente en la primera o la segunda superficie principal del primer separador.
- 30 4. El conjunto de electrodo de la reivindicación 1, comprende además:
  - al menos un segundo separador que se apila en el primer separador para formar una estructura multicapa;
  - y
  - un tercer electrodo que comprende una pluralidad de terceras estructuras que se extienden sobre una superficie principal del segundo separador que es opuesta a una interfaz entre el primer separador y el
  - 35 segundo separador, y tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las estructuras de la interfaz, donde las terceras estructuras y las estructuras en la interfaz se cruzan entre sí.
5. El conjunto de electrodo de la reivindicación 1, comprende además:
  - 40 al menos un segundo separador que está apilado en el primer separador para formar una estructura multicapa;
  - un quinto electrodo que comprende una pluralidad de quintas estructuras que se extienden sobre una superficie principal del segundo separador que es opuesta a una interfaz entre el primer separador y el segundo separador, y tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las estructuras en la interfaz, donde las quintas estructuras y las estructuras en la interfaz se cruzan entre sí; y
  - 45 un sexto electrodo que comprende una pluralidad de sextas estructuras que tienen forma fibrosa y polaridad opuesta a la polaridad de las quintas estructuras, se extienden sobre la otra superficie principal del segundo separador para alternar con las quintas estructuras, donde las sextas estructuras y las estructuras en el interfaz se cruzan entre sí.
- 50 6. El conjunto de electrodos de la reivindicación 5, donde al menos algunas de las primeras a sextas estructuras están parcial o totalmente enterradas en el primer o segundo separador.
7. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, donde las primeras estructuras y las segundas estructuras se cruzan entre sí como hilos de trama e hilos de urdimbre que se desplazan recíprocamente a través
- 55 del primer separador.
8. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, donde cada una de las primeras estructuras y las segundas estructuras comprende un núcleo colector de corriente y una capa de material activo que rodea el núcleo colector de corriente.
- 60

9. El conjunto de electrodos de la reivindicación 8, donde solo una de las primeras estructuras y las segundas estructuras comprenden selectivamente además una capa de electrolito sólido que rodea la capa de material activo.
- 5 10. El conjunto de electrodo de la reivindicación 1, donde el grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras varía de 400  $\mu\text{m}$  a 2.000  $\mu\text{m}$ , y la distancia entre las primeras y las segundas estructuras varía de 2  $\mu\text{m}$  a 400  $\mu\text{m}$ .
11. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, donde una distancia entre las primeras y segundas  
10 estructuras es menor que un grosor de cada una de las primeras y segundas estructuras.
12. El conjunto de electrodos de la reivindicación 1, donde el primer separador comprende una cualquiera de una película microporosa, un material no tejido una película de electrolito de polímero sólido intrínseca, o una película de electrolito de polímero de sólido en gel y una combinación de los mismos.
- 15 13. Un conjunto de electrodos que comprende:  
un primer electrodo que comprende una pluralidad de primeras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una primera dirección, y una pluralidad de segundas estructuras que tienen forma fibrosa y la misma polaridad que las polaridades de las primeras estructuras y se extienden en una segunda dirección  
20 diferente de la primera dirección para cruzar las primeras estructuras;  
un segundo electrodo que comprende una pluralidad de terceras estructuras que tienen forma fibrosa y se extienden en una tercera dirección, y una pluralidad de cuartas estructuras que tienen forma fibrosa y la misma polaridad que las terceras estructuras y se extienden en una cuarta dirección diferente de la tercera dirección para cruzar las terceras estructuras; y  
25 un primer separador que separa el primer electrodo del segundo electrodo, donde solo uno de un grupo de las primeras y segundas estructuras y un grupo de las terceras y cuartas estructuras comprende selectivamente además una capa de electrolito sólido.

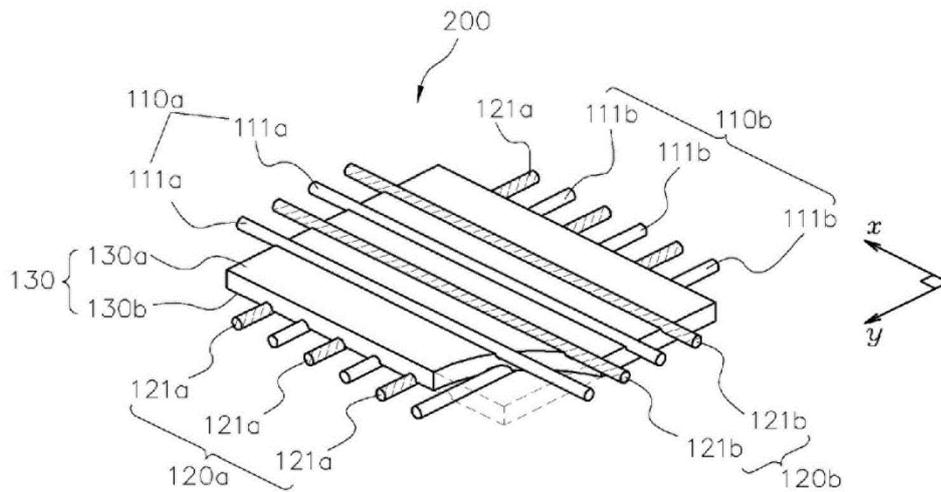
[Fig. 1]



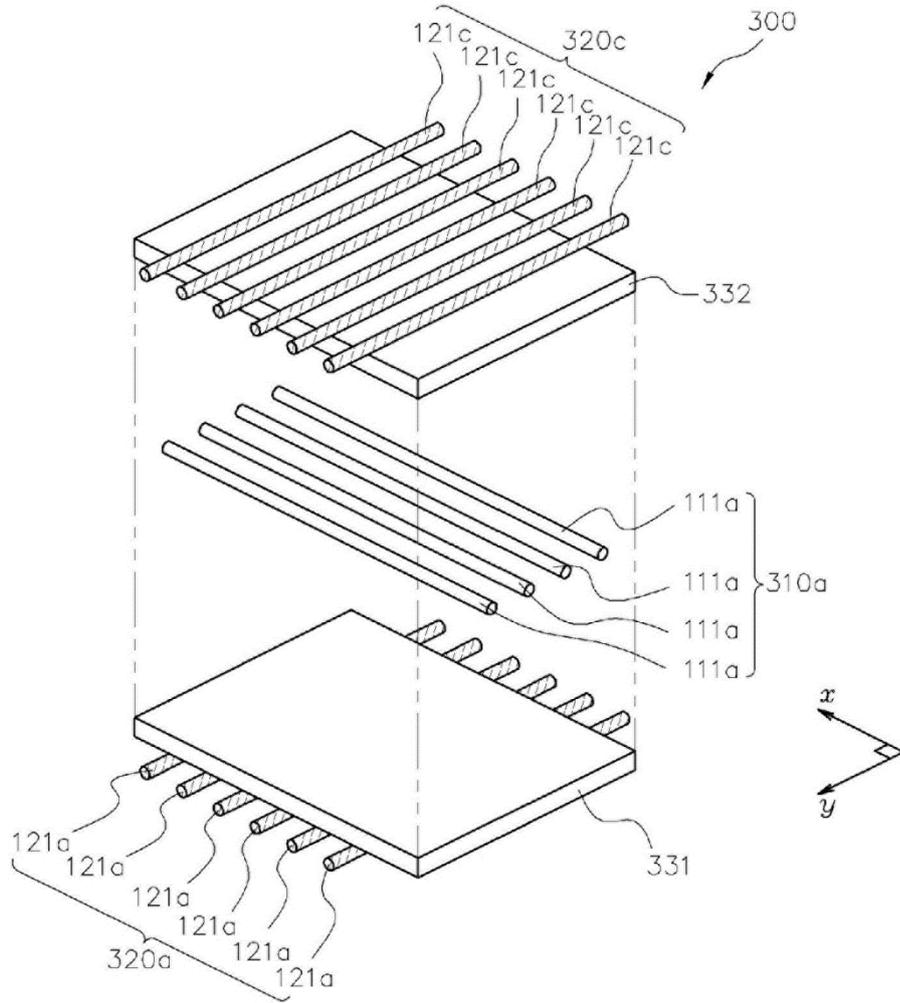
[Fig. 2]



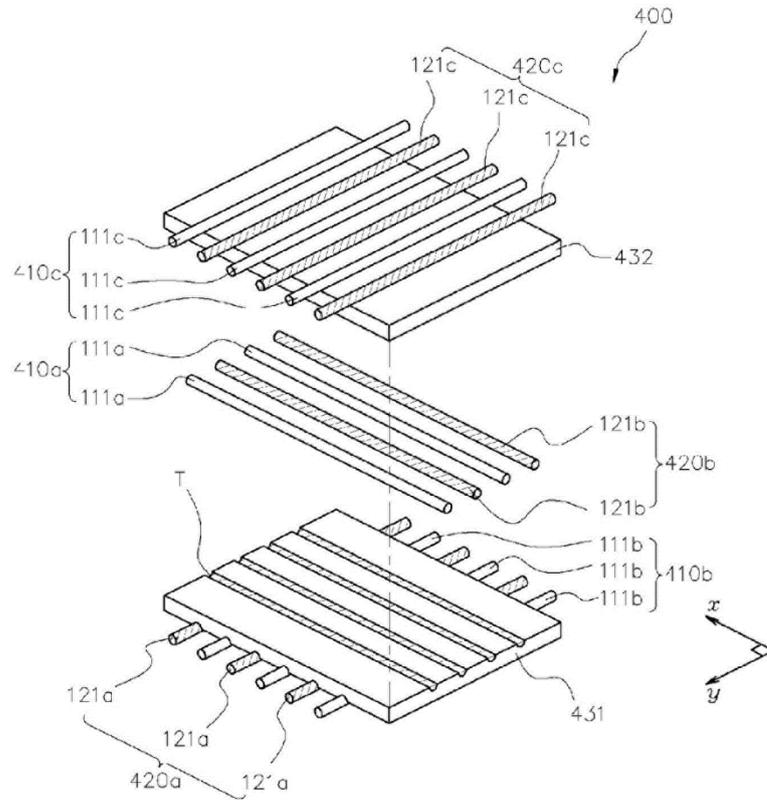
[Fig. 3]



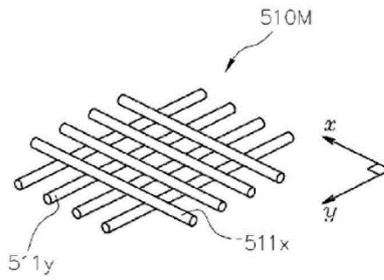
[Fig. 4]



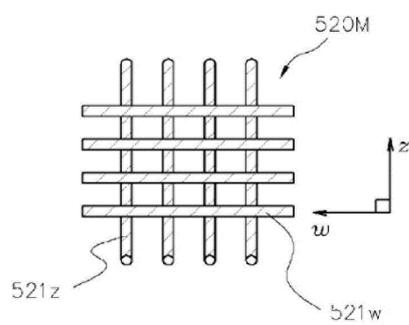
[Fig. 5]



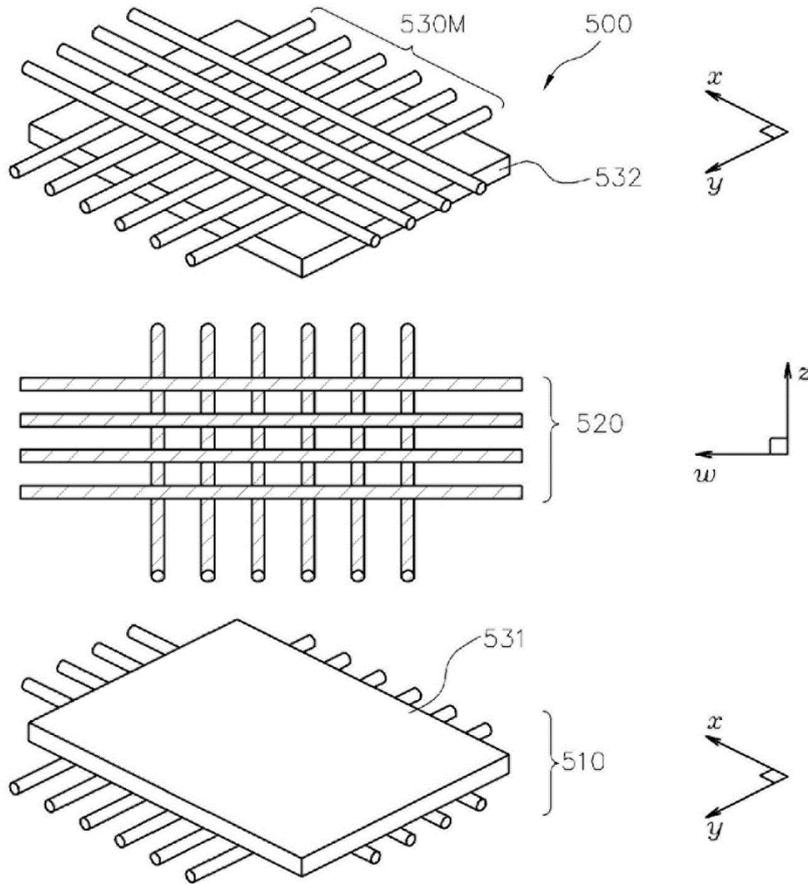
[Fig. 6a]



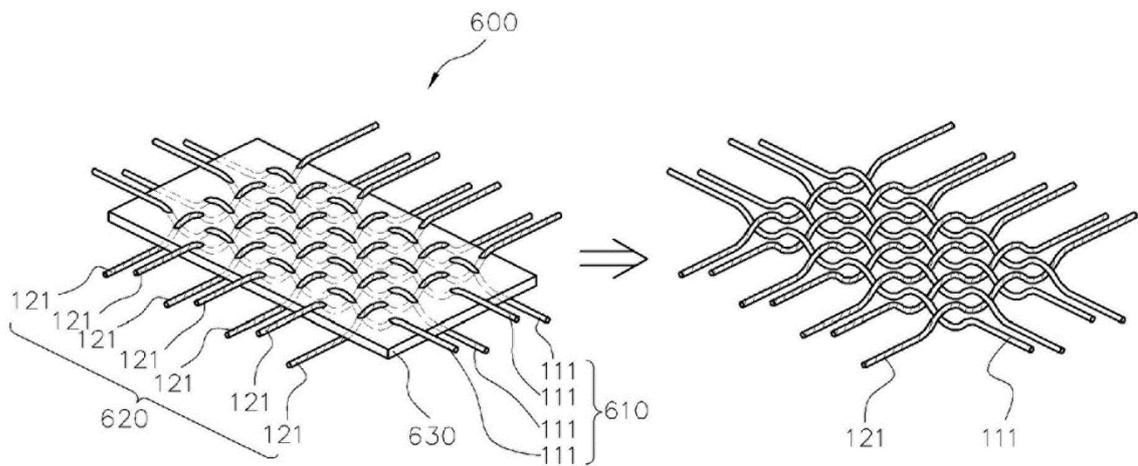
[Fig. 6b]



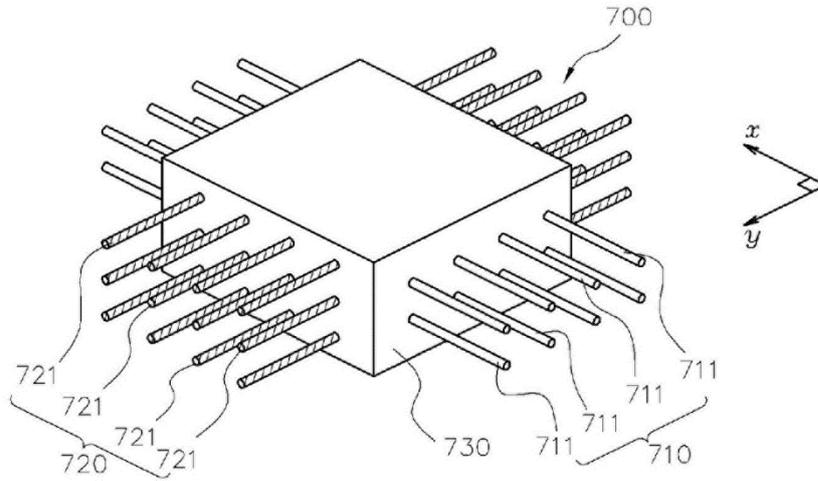
[Fig. 6c]



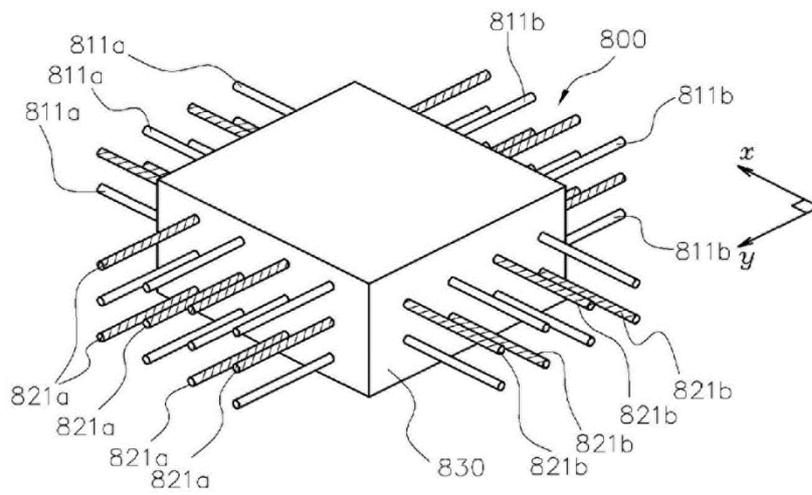
[Fig. 7]



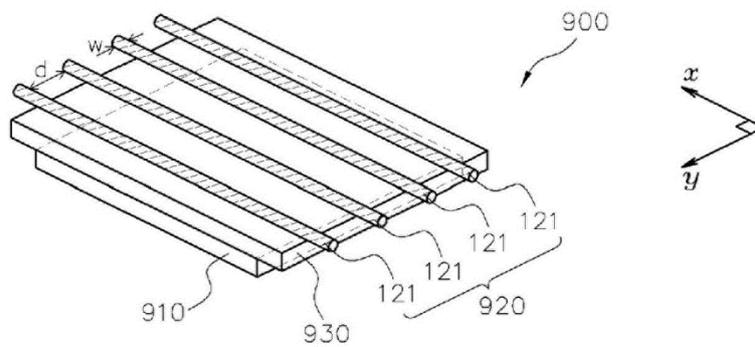
[Fig. 8]



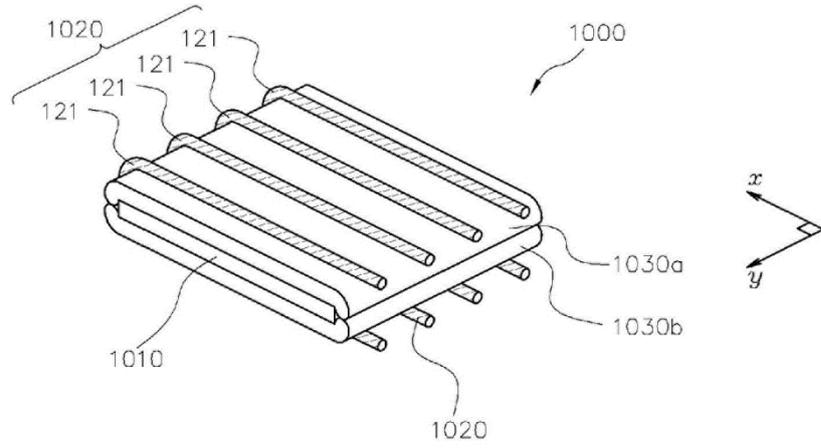
[Fig. 9]



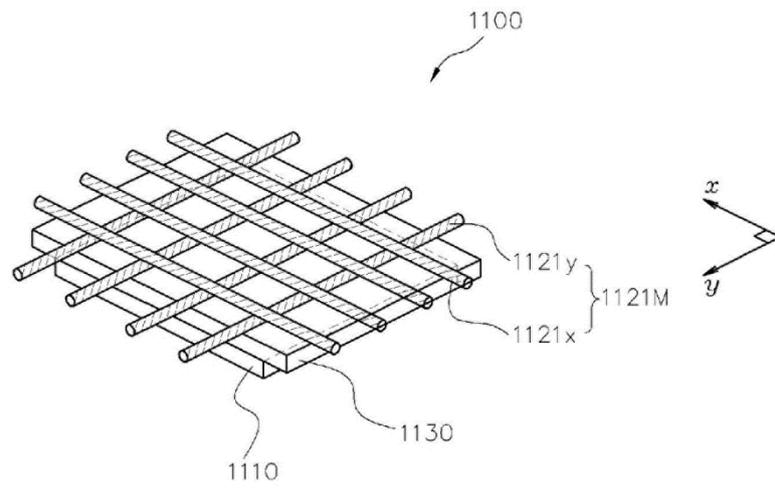
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



[Fig. 13]

