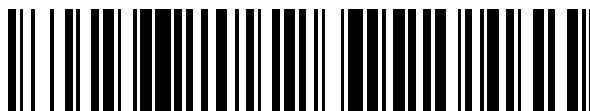


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 760**

51 Int. Cl.:

H01M 4/06 (2006.01)
H01M 4/133 (2010.01)
H01M 4/36 (2006.01)
H01M 4/583 (2010.01)
H01M 6/04 (2006.01)
H01M 6/18 (2006.01)
H01M 6/40 (2006.01)
H01M 6/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2014 E 14191063 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 3016179**

54 Título: **Un método de formación de una unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.11.2017

73 Titular/es:
NOKIA TECHNOLOGIES OY (100.0%)
Karaportti 3
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:
WEI, DI

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 644 760 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

Un método de formación de una unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido

5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere al uso de óxido de grafeno, métodos y aparatos asociados, y en particular se refiere a una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones para uso como un primer electrodo de un aparato. Una aplicación específica de la mezcla sustancialmente homogénea es la producción de baterías de protones, que pueden formar parte de un dispositivo o módulo electrónico. A este respecto, ciertos aspectos/realizaciones a modo de ejemplo desvelados se refieren a dispositivos electrónicos portátiles, en particular, los llamados dispositivos electrónicos portátiles de mano que pueden ser sostenidos con la mano en uso (aunque pueden colocarse en un soporte en uso). Dichos dispositivos electrónicos portátiles de mano incluyen las llamadas asistentes digitales personales (PDA), relojes inteligentes y un dispositivo *tablet PC*.

Los dispositivos/aparatos electrónicos portátiles de acuerdo con uno o más aspectos/realizaciones a modo de ejemplo desvelados pueden proporcionar una o más funciones de comunicación de audio/texto/video (por ejemplo, tele-comunicación, video-comunicación, y/o transmisión de texto, servicio de mensajes cortos (SMS)/servicio de mensajes multimedia (MMS)/funciones de envío de correos electrónicos, funciones de visualización interactivas/no interactivas (por ejemplo navegación web, navegación, funciones de visualización de TV/programas), funciones de grabación/reproducción de música (por ejemplo MP3 u otro formato y/o grabación/reproducción de difusión de radio (FM/AM)), descarga/envío de funciones de datos, función de captura de imágenes (por ejemplo usando una cámara digital (por ejemplo incorporada)) y funciones de juego.

25 **Antecedentes**

Actualmente se están realizando investigaciones para desarrollar celdas de almacenamiento eléctrico más pequeñas que tengan una mayor densidad de almacenamiento que las células de almacenamiento existentes para uso en dispositivos electrónicos modernos. El documento US 2012170171 desvela electrodos de óxido de grafeno impresos por inyección de tinta obtenidos a partir de tintas de óxido de grafeno a base de agua, seguida por reducción a 200 °C.

Sumario

35 De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un aparato que comprende:

un primer electrodo que comprende una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones;
 un segundo electrodo que comprende óxido de grafeno reducido; y
 40 colectores de carga separados para los respectivos primer y segundo electrodos, en el que los primer y segundo electrodos se extienden desde sus colectores de carga respectivos uno hacia el otro para formar una unión en una interfaz entre ellos, y en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

La mezcla sustancialmente homogénea puede comprender una distribución sustancialmente uniforme de óxido de grafeno y conductor de protones por todo el volumen de la mezcla.

50 La mezcla sustancialmente homogénea puede comprender una relación de óxido de grafeno respecto a conductor de protones de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1.

La mezcla sustancialmente homogénea puede comprender uno o más de una solución, una suspensión, un coloide y una dispersión.

El conductor de protones, *per se*, puede ser suficientemente hidrófobo para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

60 El conductor de protones puede comprender uno o más de un polímero orgánico, un ionómero y Nafion™.

El aparato puede estar configurado para generar protones en la unión entre los primer y segundo electrodos en presencia de agua, y el aparato puede comprender un electrolito configurado para facilitar el flujo de protones generados entre los primer y segundo electrodos.

El electrolito puede estar configurado para absorber agua desde el entorno circundante y suministrarla a la unión para facilitar la generación de protones.

El electrolito puede comprender uno o más de un líquido iónico a temperatura ambiente y un gel de iones.

5 El líquido iónico a temperatura ambiente puede comprender uno o más de trietilsulfonio bis(trifluorometilsulfonil)imida ([SET3][TFSI]), 1-butil-3-metil-imidazolio ([BMIM][Cl]) y trioctilmetilamonio bis(trifluorometilsulfonil)imida ([OMA][TFSI]).

10 El aparato puede comprender un sustrato configurado para soportar el primer electrodo, el segundo electrodo y colectores de carga respectivos.

El sustrato puede comprender uno o más de papel y un polímero.

15 El aparato puede comprender un sustrato de papel configurado para soportar el primer electrodo, el segundo electrodo y colectores de carga respectivos, y el electrolito puede empaparse en el sustrato de papel.

Los colectores de carga respectivos pueden estar separados una distancia de menos de una o más distancias de 2 mm, 1 mm, 500 μm , 100 μm y 50 μm .

20 La anchura de la unión entre los primer y segundo electrodos puede ser menor de una o más anchuras de 500 μm , 100 μm , 50 μm , 10 μm y 1 μm .

Los colectores de carga respectivos pueden comprender uno o más de un metal, una aleación, oro, plata y cobre.

25 El aparato puede ser uno o más de un dispositivo electrónico, un dispositivo electrónico portátil, un dispositivo de telecomunicaciones portátil, un teléfono móvil, una tableta, un tablefono, un asistente digital personal, un ordenador portátil, un ordenador de mesa, un teléfono inteligente, un reloj inteligente, lentes y accesorios inteligentes, una batería de protones, un sensor de humedad y un módulo para uno o más de los mismos.

30 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones para uso como un primer electrodo de un aparato, comprendiendo el aparato

35 el primer electrodo,
un segundo electrodo que comprende óxido de grafeno reducido; y
colectores de carga separados para los respectivos primer y segundo electrodos,
en el que los primer y segundo electrodos se extienden desde sus colectores de carga respectivos uno hacia el
40 otro para formar una unión en una interfaz entre ellos, y
en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

45 De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona el uso de una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones como un primer electrodo de un aparato, comprendiendo el aparato

50 el primer electrodo,
un segundo electrodo que comprende óxido de grafeno reducido; y
colectores de carga separados para los respectivos primer y segundo electrodos,
en el que los primer y segundo electrodos se extienden desde sus colectores de carga respectivos uno hacia el
55 otro para formar una unión en una interfaz entre ellos, y
en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo es suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un método que comprende:

60 mezclar óxido de grafeno con un conductor de protones para formar una mezcla sustancialmente homogénea para uso como un primer electrodo de un aparato,
comprendiendo el aparato

65 el primer electrodo,
un segundo electrodo que comprende óxido de grafeno reducido; y
colectores de carga separados para los respectivos primer y segundo electrodos,

en el que los primer y segundo electrodos se extienden desde sus colectores de carga respectivos uno hacia el otro para formar una unión en una interfaz entre ellos, y en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

Mezclar óxido de grafeno con un conductor de protones para formar una mezcla sustancialmente homogénea puede comprender mezclar una solución acuosa de óxido de grafeno con un conductor de protones a una relación de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1.

El método puede comprender mezclar una solución acuosa de óxido de grafeno con hidróxido de potasio para formar óxido de grafeno reducido para uso como el segundo electrodo del aparato.

De acuerdo con un aspecto adicional, se proporciona un método que comprende:

depositar primer y segundo electrodos para uso con colectores de carga separados respectivos, comprendiendo el primer electrodo una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones, comprendiendo el segundo electrodo óxido de grafeno reducido, en el que los primer y segundo electrodos están depositados para extenderse desde sus colectores de carga respectivos uno hacia el otro para formar una unión en una interfaz entre ellos, y en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados.

Las etapas de cualquier método desvelado en el presente documento no tienen que ser realizadas en el orden exacto desvelado, a menos que sea afirmado o entendido explícitamente por el experto en la materia.

Programas informáticos correspondientes para implementar una o más etapas de los métodos desvelados en el presente documento también están dentro de la presente divulgación y están abarcados por una o más de las realizaciones a modo de ejemplo descritas.

Uno o más de los programas informáticos pueden, cuando se ejecutan en un ordenador, hacer que el ordenador configure cualquier aparato, incluyendo una batería, circuito, controlador o dispositivo desvelado en el presente documento o realice cualquier método desvelado en el presente documento. Uno o más de los programas informáticos pueden ser implementaciones de software, y el ordenador puede considerarse como cualquier hardware apropiado, incluyendo un procesador de señales digital, un microcontrolador, y una implementación en memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM) o memoria de solo lectura programable y borrable electrónicamente (EEPROM), como ejemplos no limitantes. El software puede ser un programa de fabricación o montaje.

Uno o más de los programas informáticos puede proporcionarse en un medio legible por ordenador, que puede ser un medio físico legible por ordenador tal como un disco o un dispositivo de memoria, o puede materializarse como una señal transitoria. Dicha señal transitoria puede ser una descarga de red, incluyendo una descarga de internet.

La presente divulgación incluye uno o más aspectos, realizaciones a modo de ejemplo o características correspondientes de forma aislada o en diversas combinaciones se indique o no específicamente (incluyendo se reivindique) en esa combinación o de forma aislada. Medios correspondientes para realizar una o más de las funciones descritas también están dentro de la presente divulgación.

El sumario anterior pretende ser meramente a modo de ejemplo y no limitante.

Breve descripción de las figuras

A continuación se da una descripción, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1a ilustra esquemáticamente un ejemplo de una batería de protones impresa en vista en planta; La figura 1b ilustra esquemáticamente la batería de protones impresa de la figura 1a en sección transversal; La figura 2 ilustra esquemáticamente un ejemplo del presente aparato (vista en perspectiva); La figura 3a ilustra fotográficamente (en vista en planta) un ejemplo de una tinta de óxido de grafeno reducido que se extiende desde el colector de carga de un electrodo hasta el colector de carga del otro electrodo; La figura 3b ilustra fotográficamente (en vista en planta) un ejemplo del uso de una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones para limitar la extensión de la tinta de óxido de grafeno reducido;

La figura 3c ilustra fotográficamente (en vista en planta) un ejemplo del uso de un sustrato de papel para soportar los electrodos y colectores de carga respectivos del presente aparato;

La figura 4 ilustra esquemáticamente otro ejemplo del presente aparato;

La figura 5 ilustra esquemáticamente un método general de producción del presente aparato; y

5 La figura 6 ilustra esquemáticamente un medio legible por ordenador que comprende un programa informático configurado para realizar, controlar o permitir una o más de las etapas del método de la figura 5.

Descripción de aspectos/realizaciones específicos

10 El almacenamiento de energía eléctrica es una consideración importante para dispositivos electrónicos portátiles. Actualmente se están desarrollando baterías de protones para este fin. El mecanismo de generación de energía de un tipo de batería de protones implica la degradación de una unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido cuando está en contacto con agua. El agua puede estar contenida dentro de la batería o puede proceder del entorno circundante (por ejemplo en forma de humedad del aire).

15 Las figuras 1a y 1b muestran un ejemplo de una batería de protones 101 a base de óxido de grafeno impreso en vista en planta y sección transversal, respectivamente. La batería 101 comprende un primer electrodo 102 formado a partir de óxido de grafeno y un segundo electrodo 103 formado a partir de óxido de grafeno reducido. Los primer 102 y segundo 103 electrodos están depositados de modo que (al menos parcialmente) cubran los colectores de carga respectivos 107 y formen una unión 106 entre sí en una interfaz entre ellos. Para evitar cortocircuitar el dispositivo, los materiales del primer 102 y el segundo 103 electrodo no deben estar en contacto con el colector de carga 107 del electrodo opuesto. Con el fin de conseguir esto, los colectores de carga 107 están separados entre sí una distancia predeterminada "x" (normalmente no menor de 2 mm), que está dictada por la resolución de impresión de la herramienta de depósito usada para imprimir el óxido de grafeno 102 y el óxido de grafeno reducido 103, y la fluidez de las tintas de óxido de grafeno usadas para formar los materiales de electrodo activo 102, 103. La necesidad de esta separación de electrodos relativamente grandes aumenta el espacio que ocupa el aparato 101 y, por lo tanto, reduce su densidad de almacenamiento eléctrico.

20 A continuación se describirá un aparato y métodos asociados que pueden proporcionar una solución a este problema.

25 La figura 2 muestra un ejemplo del presente aparato 201, que puede ser uno o más de una batería de protones, un sensor de humedad y un módulo para el mismo. El aparato 201 comprende un primer electrodo 202, un segundo electrodo 203 y colectores de carga separados 207 para los respectivos primer 202 y segundo 203 electrodos, que están soportados sobre un sustrato 208. De acuerdo con la batería de protones 101 mostrada en la figura 1, el primer electrodo 202 comprende óxido de grafeno y el segundo electrodo 203 comprende óxido de grafeno reducido. Además, los primer 202 y segundo 203 electrodos se extienden desde sus colectores de carga 207 respectivos uno hacia el otro para formar una unión 206 en una interfaz entre ellos. A diferencia de la batería de protones 101 de la figura 1, sin embargo, el primer electrodo 202 del presente aparato 201 comprende una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones, que está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido (hidrófilo) del segundo electrodo 203 en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga 207 respectivos. De esta manera, ni los materiales del primer 202 ni los del segundo 203 electrodo están en contacto con ambos colectores de carga 207, lo que ayuda a impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados 207. El conductor de protones puede ser uno o más de un polímero orgánico y un ionómero, de los cuales un ejemplo adecuado es Nafion™. Además, los colectores de carga 207 pueden estar formados a partir de uno o más de un metal, una aleación, oro, plata y cobre.

30 La capacidad de limitar la combinación de los materiales de electrodo 202, 203 permite que los colectores de carga 207 respectivos se sitúen más cerca entre sí para reducir el tamaño, y aumenten la densidad de almacenamiento eléctrico, del aparato 201. A este respecto, los colectores de carga 207 respectivos del presente aparato 201 pueden estar separados una distancia de menos de una o más distancias de 2 mm, 1 mm, 500 µm, 100 µm y 50 µm. Una distancia de separación mínima de 5 µm o 10 µm puede ser conseguible. Además, la anchura de la unión 206 formada por los primer 202 y segundo 203 electrodos puede ser menor de una o más anchuras de 500 µm, 100 µm, 50 µm, 10 µm y 1 µm.

35 Puede asumirse que la expresión "*sustancialmente homogénea*" usada en el presente documento con respecto a la mezcla de óxido de grafeno y conductor de protones significa que la mezcla comprende una distribución sustancialmente uniforme de óxido de grafeno y conductor de protones por todo el volumen de la mezcla, y en algunos casos, puede ser sin separación de fases. Por ejemplo, la distribución sustancialmente uniforme puede comprender uno o más de una separación sustancialmente regular entre escamas de óxido de grafeno adyacentes, y un no agrupamiento sustancial de escamas de óxido de grafeno. Además, esta distribución/no agrupamiento sustancialmente uniforme de escamas de óxido de grafeno se puede aplicar a al menos el 50 %, 55 %, 60 %, 65 %, 70 %, 75 %, 80 %, 85 %, 90 %, 95 % o 98 % de las escamas de óxido de grafeno, y puede requerir que una o más de la diferencia de concentración (número promedio de partículas por unidad de área/volumen) y la separación de escamas de óxido de grafeno entre diferentes regiones de la mezcla no sea mayor del 2 %, 5 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 % o 95 %.

40 % o 50 %. Estos porcentajes están, por supuesto, sujetos a las tolerancias operativas de la herramienta de medición (por ejemplo +/- 5 % o 10 %).

En la práctica, la mezcla sustancialmente homogénea puede comprender una relación de óxido de grafeno respecto a conductor de protones de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1, y puede asumir la forma de uno o más de una solución, una suspensión, un coloide y una dispersión. En algunos casos, el propio conductor de protones puede ser suficientemente hidrófobo para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido, mientras que, en otros casos, puede ser la combinación del conductor de protones con el óxido de grafeno la que proporciona dicha hidrofobicidad. En el escenario anterior, la hidrofobicidad de la mezcla aumentará con el porcentaje de conductor de protones. Aunque esto reduce la combinación de los respectivos materiales de electrodo 202, 203 y, por lo tanto, proporciona un mayor control de los materiales de electrodo 202, 203 durante la fabricación, también reduce el porcentaje de óxido de grafeno en el primer electrodo 202 lo que reduce el número de protones generados.

El aparato 201 está configurado para generar protones en la unión 206 de los primer 202 y segundo 203 electrodos en presencia de agua, lo que da origen a una diferencia de potencial entre sus colectores de carga 207 respectivos. La diferencia de potencial producida por la generación de protones puede usarse para alimentar un circuito externo (es decir, el aparato 201 está funcionando como una batería de protones), o puede usarse en la detección y/o cuantificación de agua en el entorno circundante (es decir, el aparato 201 está funcionando como un sensor de humedad).

Con el fin de producir y utilizar la diferencia de potencial, los protones generados deben ser capaces de desplazarse entre los primer 202 y segundo 203 electrodos. La conductividad iónica del conductor de protones en el primer electrodo 202 facilita este flujo de protones. En algunos casos, sin embargo, el aparato 201 también pueden comprender un electrolito 209 configurado para facilitar el flujo de protones generados entre los primer 202 y segundo 203 electrodos. Tal como se muestra en la figura 2, el aparato 201 puede comprender un sustrato de papel 208 configurado para soportar los electrodos 202, 203 y colectores de carga 207 respectivos, y el electrolito 209 puede empaparse en el sustrato de papel 208. El uso de un sustrato de papel 208 puede reducir los costes de fabricación y permitir que se produzcan dispositivos más finos (por ejemplo "bidimensionales") 201. También pueden usarse polímeros para formar el sustrato de soporte 208.

En algunos ejemplos, el electrolito 209 puede estar configurado para absorber agua desde el entorno circundante y suministrarla a la unión 206 para facilitar la generación de protones. Esto puede conseguirse usando electrolitos que son hidrófilos así como conductores iónicos. Dichos electrolitos incluyen líquidos iónicos a temperatura ambiente y geles de iones, cuyos ejemplos incluyen [SET3][TFSI], [BMIM][Cl] y [OMA][TFSI].

Las figuras 3a-3b son fotografías a modo de ejemplo que muestran la formación de una unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido 306 usando una mezcla sustancialmente homogénea 302 de óxido de grafeno y conductor de protones en un lado de la unión 306, y una solución acuosa de óxido de grafeno reducido 303 en el otro lado de la unión 306. En este ejemplo, la mezcla sustancialmente homogénea 302 se formó mezclando una solución acuosa de óxido de grafeno con Nafion™ a una relación de 1:1, y la solución de óxido de grafeno reducido 303 se formó mezclando una solución acuosa de óxido de grafeno con hidróxido de potasio. Los materiales de electrodo 302, 303 se imprimieron a continuación sobre colectores de carga respectivos 307, que se formaron, a su vez, evaporando plata sobre un sustrato polimérico 308 con una separación de 2 mm.

Tal como puede verse en la figura 3a, la solución de óxido de grafeno reducido 303 se extiende en la región del colector de carga opuesta 307 después del depósito. Cuando la mezcla de óxido de grafeno-conductor de protones 302 se depositó sobre su conductor de carga respectivo 307, sin embargo, la interacción hidrófoba entre los materiales de electrodo 302, 303 repelió la solución de óxido de grafeno reducido 303 de vuelta al hueco de 2 mm. La unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido 306 resultante puede verse como una línea pálida entre los colectores de carga respectivos 307.

La figura 3c es una fotografía a modo de ejemplo que muestra un aparato 301 que comprende una unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido 306 formada encima de un sustrato de papel 308. Los materiales de electrodo 302, 303 y de colector de carga 307 son tal como se han descrito con respecto a las figuras 3a-3b. Normalmente es más difícil fabricar un dispositivo de trabajo 301 de este tipo sobre papel 308 debido a la relativamente alta absorción de solución de óxido de grafeno reducido 303 que empapa a través del papel 308 hasta el colector de carga 307 del electrodo opuesto 302 dando como resultado un cortocircuito. La capacidad de fabricar el aparato 301 mostrado en el presente documento se rebaja a la hidrofobicidad de la mezcla sustancialmente homogénea 302 usada para formar el primer electrodo, que repele la solución de óxido de grafeno reducido hidrófila 303 usada para formar el segundo electrodo. Tal como puede verse en la fotografía de la figura 3c, la repulsión de los materiales de electrodo 302, 303 crea una unión bien definida 306 (visible como una línea pálida) donde los dos fluidos absorbidos 302, 303 se encuentran sobre el papel 308.

La figura 4 muestra otro ejemplo del presente aparato 401. En este ejemplo, el aparato 401 comprende el primer electrodo, el segundo electrodo y colectores de carga respectivos descritos anteriormente (mostrados en la figura 4

como el dispositivo 410), un procesador 411, un medio de almacenamiento 412, un visualizador electrónico 413 y un transceptor 414, que están conectados eléctricamente entre sí mediante un bus de datos 415. El aparato 401 puede ser uno o más de un dispositivo electrónico, un dispositivo electrónico portátil, un dispositivo de telecomunicaciones portátil, un teléfono móvil, un asistente digital personal, una tableta, un tablefono, un ordenador portátil, un ordenador de mesa, un teléfono inteligente, un reloj inteligente, lentes y accesorios inteligentes, un sensor de humedad y un módulo para uno o más de los mismos.

En un ejemplo, el dispositivo 410 está configurado para generar una diferencia de potencial en presencia de agua (por ejemplo proveniente del entorno circundante) para uso para alimentar los otros componentes para permitir su funcionalidad. A este respecto, puede considerarse que los otros componentes son el circuito externo mencionado anteriormente. En otro ejemplo, el dispositivo 410 está configurado para generar una diferencia de potencial en presencia de agua para uso en la detección o la cuantificación del agua. En este ejemplo, el aparato 401 puede comprender un voltímetro o similar (no mostrado) para medir la diferencia de potencial del dispositivo 410 para permitir la detección/cuantificación del agua.

El visualizador electrónico 413 está configurado para visualizar contenido almacenado en el aparato 401 (por ejemplo almacenado en el medio de almacenamiento 412), y el transceptor 414 está configurado para transmitir y/o recibir datos a/desde uno o más otros dispositivos mediante una conexión por cable o inalámbrica. Donde el dispositivo 410 está configurado para detectar o cuantificar el agua en el entorno circundante, el visualizador electrónico 413 puede usarse para indicar si hay o no algo de agua presente, y en caso afirmativo, cuánta. Donde el dispositivo 410 está configurado para alimentar los otros componentes del aparato 401, el visualizador electrónico 413 puede usarse para indicar la cantidad de carga que queda en el dispositivo 410.

El procesador 411 está configurado para el funcionamiento general del aparato 401 proporcionando señalización a, y recibiendo señalización de, los otros componentes para gestionar su funcionamiento. El medio de almacenamiento 412 está configurado para almacenar un código informático configurado para llevar a cabo, controlar o permitir el funcionamiento del aparato 401. El medio de almacenamiento 412 también puede estar configurado para almacenar ajustes para los otros componentes. El procesador 411 puede acceder al medio de almacenamiento 412 para recuperar los ajustes del componente con el fin de gestionar el funcionamiento de los otros componentes. En algunas realizaciones, el medio de almacenamiento 412 puede estar configurado para almacenar datos de calibración basados en mediciones de humedad previas (por ejemplo humedad frente a tensión) para permitir la presencia y/o cantidad de agua a determinar. En este escenario, el procesador 411 puede estar configurado para medir la tensión del dispositivo 410 y comparar ésta con los datos de calibración almacenados para determinar la humedad del entorno circundante. El procesador 411 también puede estar configurado para enviar esta información al visualizador electrónico 413 para presentación a un usuario del aparato 401.

El procesador 411 puede ser un microprocesador, que incluye un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). El medio de almacenamiento 412 puede ser un medio de almacenamiento temporal tal como una memoria de acceso aleatorio volátil. Por otro lado, el medio de almacenamiento 412 puede ser un medio de almacenamiento permanente tal como una unidad de disco duro, una memoria, o una memoria de acceso aleatorio no volátil.

La figura 5 muestra las etapas principales 516-518 de un método de fabricación del aparato descrito en el presente documento. El método generalmente comprende: mezclar óxido de grafeno con un conductor de protones para formar una mezcla sustancialmente homogénea 516; mezclar óxido de grafeno con hidróxido de potasio para formar óxido de grafeno reducido 517; y depositar la mezcla sustancialmente homogénea y óxido de grafeno reducido para formar primer y segundo electrodos para uso con colectores de carga separados respectivos 518. Las etapas 516 y 517 pueden llevarse a cabo en cualquier orden apropiado, incluyendo en paralelo (tal como se muestra).

Tal como se ha mencionado anteriormente, mezclar óxido de grafeno con un conductor de protones para formar una mezcla sustancialmente homogénea 516 puede comprender mezclar una solución acuosa de óxido de grafeno con el conductor de protones, por ejemplo a una relación de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1. Como alternativa, escamas sólidas de óxido de grafeno pueden mezclarse en el conductor de protones, que normalmente estará en forma de un líquido o gel. Además, mezclar óxido de grafeno con hidróxido de potasio para formar óxido de grafeno reducido 517 puede comprender mezclar una solución acuosa de óxido de grafeno con una solución acuosa de hidróxido de potasio, por ejemplo a una relación de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1. Como alternativa, escamas sólidas de óxido de grafeno pueden mezclarse en una solución acuosa de hidróxido de potasio, o partículas sólidas de hidróxido de potasio pueden mezclarse en una solución acuosa de óxido de grafeno.

El método puede comprender además endurecer los materiales del primer y el segundo electrodo después del depósito con el fin de colocar los materiales de electrodo en posición. Normalmente se requeriría una etapa de endurecimiento cuando los materiales de electrodo depositados comprenden uno o más disolventes, tales como agua. El método también puede comprender depositar un electrolito de modo que esté en contacto con la unión de óxido de grafeno-óxido de grafeno reducido.

El depósito 518 de los diversos materiales descritos en el presente documento puede llevarse a cabo usando diversas técnicas de fabricación diferentes. Por ejemplo, los materiales de electrodo y el electrolito pueden

5 depositarse usando revestimiento por pulverización, depósito por goteo, revestimiento por rotación o impresión por inyección de tinta; y el material conductor de la electricidad usado para formar los colectores de carga puede depositarse litográficamente usando impresión por inyección de tinta, en serigrafía, por cliché o flexográfica, evaporación o pulverización catódica. Las etapas de depósito 518 pueden realizarse encima de un sustrato, tal como un papel o sustrato polimérico.

10 La figura 6 ilustra esquemáticamente un medio legible por ordenador/procesador 619 que proporciona un programa informático de acuerdo con una realización. El programa informático puede comprender un código informático configurado para realizar, controlar o permitir una o más de las etapas del método 516-518 de la figura 5. En este ejemplo, el medio legible por ordenador/procesador 619 es un disco tal como un disco versátil digital (DVD) o un disco compacto (CD). En otras realizaciones, el medio legible por ordenador/procesador 619 puede ser cualquier medio que ha sido programado de tal manera que lleve a cabo una función de la invención. El medio legible por ordenador/procesador 619 puede ser un dispositivo de memoria amovible tal como un lápiz de memoria o tarjeta de memoria (SD, mini SD, micro SD o nano SD).

15 A otras realizaciones representadas en las figuras se les han proporcionado números de referencia que corresponden a características similares de realizaciones descritas anteriormente. Por ejemplo, el número de característica 1 también puede corresponder a los números 101, 201, 301 etc. Estas características numeradas pueden aparecer en las figuras pero pueden no haber sido mencionadas directamente en la descripción de estas realizaciones particulares. Éstas aún se han proporcionado en las figuras para ayudar a la comprensión de las realizaciones adicionales, particularmente en relación con las características de realizaciones descritas anteriormente similares.

20 Será apreciado por el lector experto que cualquier aparato/dispositivo mencionado y/u otras características de aparato/dispositivo mencionado particular puede proporcionarse mediante un aparato dispuesto de modo que se vuelvan configurados para llevar a cabo las operaciones deseadas solamente cuando estén habilitados, por ejemplo encendidos, o similares. En dichos casos, pueden no tener necesariamente el software apropiado cargado en la memoria activa en el estado no habilitado (por ejemplo, apagado) y cargar solamente el software apropiado en el estado habilitado (por ejemplo, encendido). El aparato puede comprender circuitos de hardware y/o firmware. El aparato puede comprender software cargado en la memoria. Dicho software/programas informáticos pueden grabarse en la misma memoria/procesador/unidades funcionales y/o en una o más memorias/procesadores/unidades funcionales.

25 En algunas realizaciones, un aparato/dispositivo mencionado particular puede pre-programarse con el software apropiado para llevar a cabo operaciones deseadas, y en el que el software apropiado puede habilitarse para uso por un usuario descargando una "clave", por ejemplo, para desbloquear/habilitar el software y su funcionalidad asociada. Ventajas asociadas con dichas realizaciones pueden incluir un requisito reducido de descargar datos cuando se requiere funcionalidad adicional para un dispositivo, y esto puede ser útil en ejemplos donde se percibe que un dispositivo tiene capacidad suficiente para almacenar dicho software pre-programado para una funcionalidad que no puede ser habilitada por un usuario.

30 Se apreciará que cualquier aparato/circuitos/elementos/procesador mencionado puede tener otras funciones además de las funciones mencionadas, y que estas funciones pueden ser llevadas a cabo por el mismo aparato/circuitos/elementos/procesador. Uno o más aspectos desvelados pueden abarcar la distribución electrónica de programas informáticos asociados y programas informáticos (que pueden estar codificados en código fuente/de transporte) registrados en un portador apropiado (por ejemplo memoria, señal).

35 Se apreciará que cualquier "ordenador" descrito en el presente documento puede comprender una colección de uno o más elementos procesadores/de procesamiento individuales que pueden estar o no ubicados en la misma placa de circuitos, o la misma región/posición de una placa de circuitos o incluso el mismo dispositivo. En algunas realizaciones uno o más de cualesquiera procesadores mencionados pueden estar distribuidos sobre una pluralidad de dispositivos. Los mismos o diferentes elementos procesadores/de procesamiento pueden realizar una o más funciones descritas en el presente documento.

40 Se apreciará que el término "señalización" puede referirse a una o más señales transmitidas como una serie de señales transmitidas y/o recibidas. La serie de señales puede comprender uno, dos, tres, cuatro o incluso más componentes de señal individuales o señales distintas para componer dicha señalización. Algunas o todas de estas señales individuales pueden transmitirse/recibirse simultáneamente, en secuencia, y/o de modo que se solapen temporalmente entre sí.

45 Con referencia a cualquier descripción de cualquier ordenador y/o procesador y memoria mencionado (incluyendo por ejemplo ROM, CD-ROM etc.), estos pueden comprender un procesador informático, circuito integrado de aplicación específica (ASIC), matriz de puertas programables in situ (FPGA), y/u otros componentes de hardware que han sido programados de tal manera que lleven a cabo la función de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (201) que comprende:

5 un primer electrodo (202) que comprende una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones;
 un segundo electrodo (203) que comprende óxido de grafeno reducido; y
 colectores de carga separados (207) para los respectivos primer (202) y segundo (203) electrodos,
 en el que los primer (202) y segundo (203) electrodos se extienden desde sus colectores de carga (207)
 10 respectivos uno hacia el otro para formar una unión (206) en una interfaz entre ellos, y
 en el que la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo (202) está configurada para ser
 suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno
 reducido del segundo electrodo (203) en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga (207)
 respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados (207).

15 2. El aparato (201) de la reivindicación 1, en el que la mezcla sustancialmente homogénea comprende una distribución sustancialmente uniforme de óxido de grafeno y conductor de protones por todo el volumen de la mezcla.

20 3. El aparato (201) de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la mezcla sustancialmente homogénea comprende una relación de óxido de grafeno respecto a conductor de protones de 1:9, 1:4, 3:7, 2:3, 1:1, 3:2, 7:3, 4:1 o 9:1.

4. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en el que la mezcla sustancialmente homogénea comprende uno o más de una solución, una suspensión, un coloide y una dispersión.

25 5. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en el que el conductor de protones comprende uno o más de un polímero orgánico, un ionómero y Nafion™.

30 6. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en donde el aparato (201) está configurado para generar protones en la unión (206) entre los primer (202) y segundo (203) electrodos en presencia de agua, y en donde el aparato (201) comprende un electrolito (209) configurado para facilitar el flujo de protones generados entre los primer (202) y segundo (203) electrodos.

35 7. El aparato (201) de la reivindicación 6, en el que el electrolito (209) está configurado para absorber agua desde el entorno circundante y suministrarla a la unión (206) para facilitar la generación de protones.

40 8. El aparato (201) de las reivindicaciones 6 o 7, en donde el aparato (201) comprende un sustrato de papel (208) configurado para soportar el primer electrodo (202), el segundo electrodo (203) y colectores de carga (207) respectivos y en donde el electrolito (209) está empapado en el sustrato de papel (208).

9. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en el que los colectores de carga (207) respectivos están separados una distancia de menos de una o más distancias de 2 mm, 1 mm, 500 μm, 100 μm y 50 μm.

45 10. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en el que la anchura de la unión (206) entre los primer (202) y segundo (203) electrodos es menor de una o más anchuras de 500 μm, 100 μm, 50 μm, 10 μm y 1 μm.

50 11. El aparato (201) de cualquier reivindicación anterior, en donde el aparato (201) es uno o más de un dispositivo electrónico, un dispositivo electrónico portátil, un dispositivo de telecomunicaciones portátil, un teléfono móvil, una tableta, un tabléfono, un asistente digital personal, un ordenador portátil, un ordenador de mesa, un teléfono inteligente, un reloj inteligente, lentes y accesorios inteligentes, una batería de protones, un sensor de humedad y un módulo para uno o más de los mismos.

55 12. Una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones para uso como un primer electrodo (202) de un aparato (201), comprendiendo el aparato (201)

el primer electrodo (202),
 un segundo electrodo (203) que comprende óxido de grafeno reducido; y
 colectores de carga separados (207) para los respectivos primer (202) y segundo (203) electrodos,
 60 en donde los primer (202) y segundo (203) electrodos se extienden desde sus colectores de carga (207) respectivos uno hacia el otro para formar una unión (206) en una interfaz entre ellos, y
 en donde la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo (202) está configurada para ser
 suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno
 reducido del segundo electrodo (203) en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga (207)
 65 respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados (207).

13. Un método que comprende:

5 mezclar (516) óxido de grafeno con un conductor de protones para formar una mezcla sustancialmente homogénea para uso como un primer electrodo (202) de un aparato (201), comprendiendo el aparato (201)

10 el primer electrodo (202), un segundo electrodo (203) que comprende óxido de grafeno reducido; y colectores de carga separados (207) para los respectivos primer (202) y segundo (203) electrodos, en donde los primer (202) y segundo (203) electrodos se extienden desde sus colectores de carga (207) respectivos uno hacia el otro para formar una unión (206) en una interfaz entre ellos, y en donde la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo (202) está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo (203) en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga (207) respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados (207).

14. Un método que comprende:

20 depositar (518) primer (202) y segundo (203) electrodos para uso con colectores de carga separados (207) respectivos, comprendiendo el primer electrodo (202) una mezcla sustancialmente homogénea de óxido de grafeno y un conductor de protones, comprendiendo el segundo electrodo (203) óxido de grafeno reducido, en donde los primer (202) y segundo (203) electrodos están depositados para extenderse desde sus colectores de carga (207) respectivos uno hacia el otro para formar una unión (206) en una interfaz entre ellos, y en donde la mezcla sustancialmente homogénea del primer electrodo (202) está configurada para ser suficientemente hidrófoba para impedir la combinación de la mezcla homogénea con el óxido de grafeno reducido del segundo electrodo (203) en las inmediaciones de uno o ambos de los colectores de carga (207) respectivos para impedir cortocircuitos de los colectores de carga separados (207).

30 15. Un programa informático que comprende un código informático configurado para realizar el método de las reivindicaciones 13 o 14.

Figura 1a

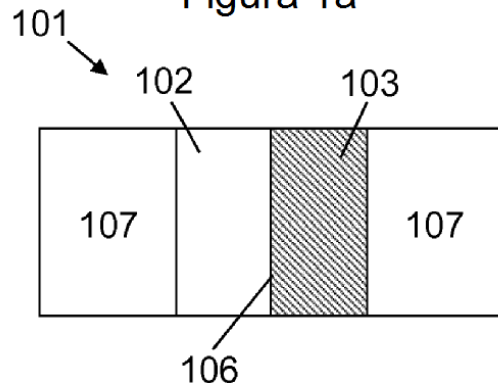


Figura 1b

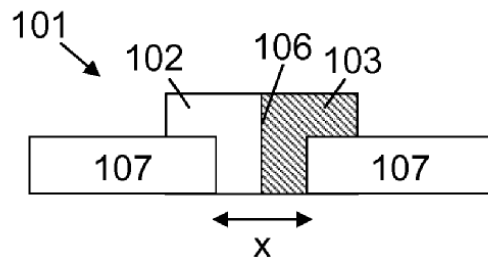


Figura 2

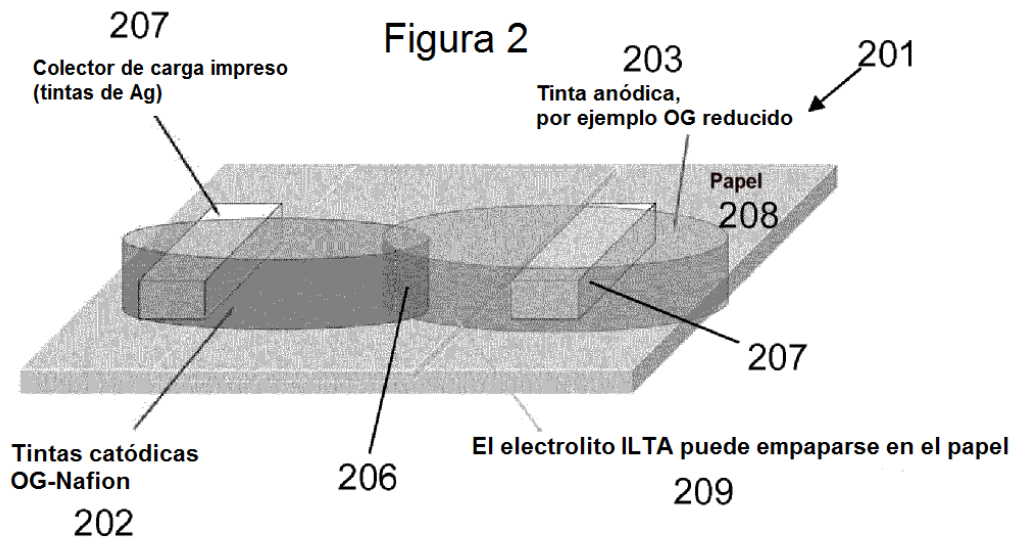


Figura 3a

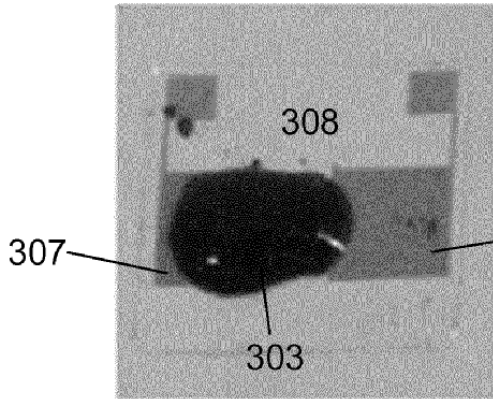


Figura 3b

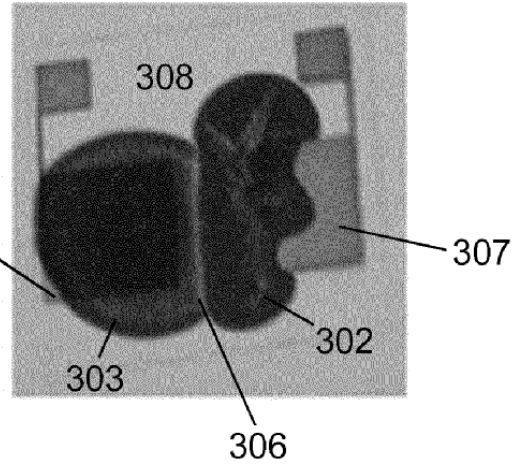


Figura 3c

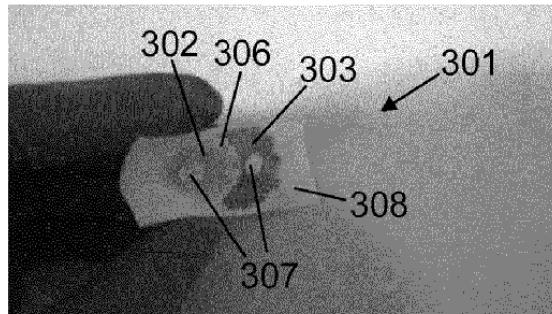


Figura 4

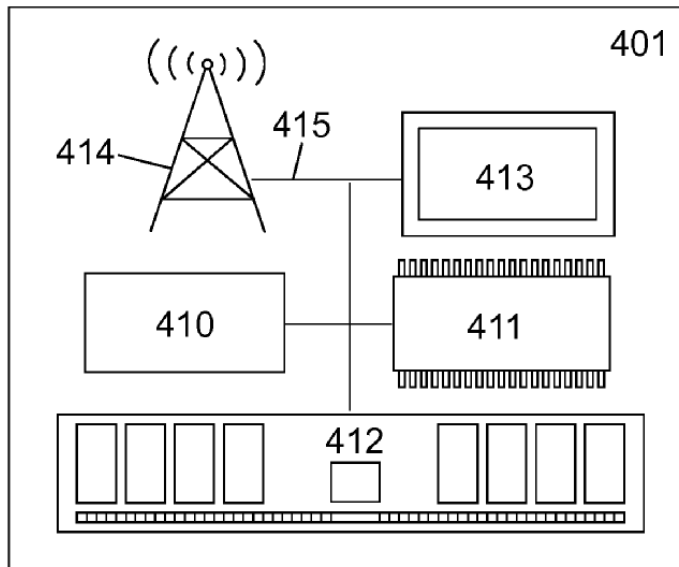


Figura 5

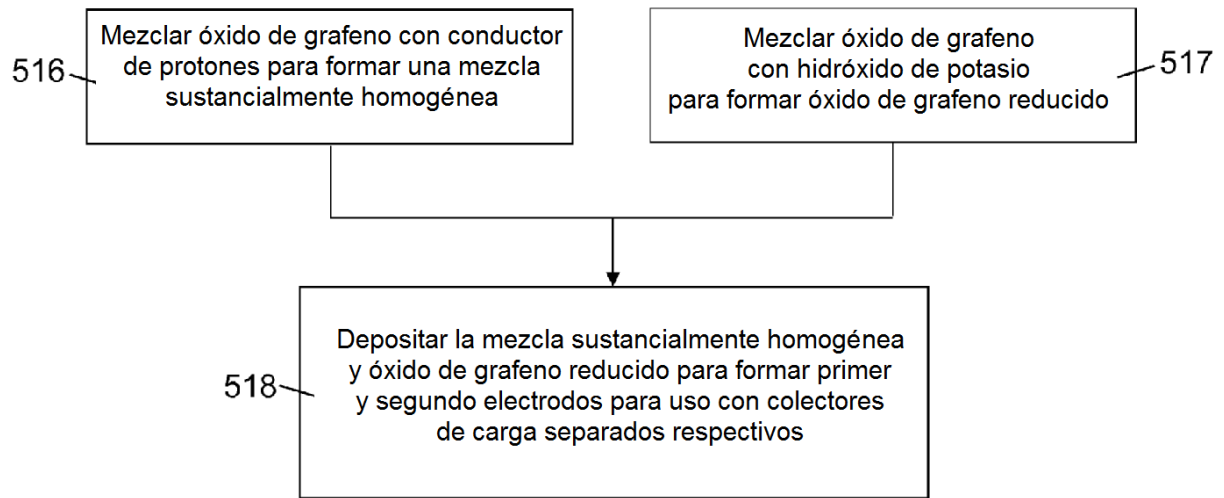


Figura 6

