

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 571 602**

51 Int. Cl.:

C25B 1/00 (2006.01)

C01B 31/02 (2006.01)

C25F 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2012 E 12797578 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 2719797**

54 Título: **Método para transferir grafeno de forma no destructiva**

30 Prioridad:

09.06.2011 CN 201110154465

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

26.05.2016

73 Titular/es:

**INSTITUTE OF METAL RESEARCH CHINESE
ACADEMY OF SCIENCES (100.0%)
NO. 72 Wenhua Road Shenhe District
Shenyang, Liaoning 110016, CN**

72 Inventor/es:

**REN, WENCAI;
GAO, LIBO;
MA, LAIPENG y
CHENG, HUIMING**

74 Agente/Representante:

CAMPELLO ESTEBARANZ, Reyes

ES 2 571 602 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

Método para transferir grafeno de forma no destructiva.

5 Antecedentes de la presente invención

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método para transferir grafeno de forma no destructiva y a bajo coste y, más particularmente, a un método de transferencia de bajo coste y sin daños que utiliza la acción de desplazamiento y el efecto de intercalación de las burbujas de gas producidas por un proceso de electrólisis para transferir grafeno de un sustrato inicial a un sustrato diana no selectivo. El método es apto para transferir grafeno monocapa o multi-capa sobre la superficie del sustrato conductor o semi-conductor sin daños y a bajo coste.

15 Descripción de la técnica relacionada

El grafeno tiene una estructura cristalina en panal de abeja bidimensional formada por una única capa con densificación de átomos de carbono, que es la unidad estructural básica para la construcción de otros materiales de carbono digitales (tales como fullerenos cerodimensionales, nanotubo de carbono unidimensional y grafito tridimensional). La estructura cristalina única del grafeno proporciona excelentes propiedades eléctricas, térmicas y mecánicas, por ejemplo, la movilidad de electrones es de hasta $200.000 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ y la conductividad térmica es de hasta $5300 \text{ W/m}\cdot\text{k}$. Es posible usar ampliamente el grafeno en dispositivos nanoelectrónicos multifuncionales, película conductora transparente, materiales compuestos, materiales catalíticos, materiales de almacenamiento de energía, materiales de emisión de campos, sensor de gas, materiales de almacenamiento de gas, y otros campos.

Para utilizar las numerosas excelentes características del grafeno, la preparación de grafeno de alta calidad y la transferencia del grafeno a un sustrato particular se convierten en factores importantes. Desde que el grafeno estable se aisló en primer lugar por el método de exfoliación con cinta (o el método de exfoliación micromecánica) por el grupo de estudio de investigación de la Universidad de Manchester en 2004, se han desarrollado muchos métodos de preparación de grafeno, que incluyen el método de exfoliación química, el método de crecimiento epitaxial y el método de deposición química de vapor (CVD). En vista del proceso de preparación relativamente sencillo y la escala de producción relativamente grande, el grafeno que se prepara por exfoliación química ya se ha usado ampliamente en materiales compuestos, película conductora transparente flexible y materiales de electrodos de almacenamiento de energía. Sin embargo, dado que la calidad del grafeno obtenido por exfoliación química es relativamente deficiente y existen numerosos defectos estructurales, las propiedades estructurales, tales como el tamaño y el número de capas del grafeno son difíciles de controlar. La CVD y el método de crecimiento epitaxial son el método principal para la preparación de grafeno de alta calidad. A través del control de los parámetros de preparación, que incluyen la temperatura, fuente de carbono y presión del proceso, puede cultivarse grafeno altamente cristalino sobre muchas superficies de sustrato diferentes (metal y no metal) y el tamaño y número de capas del grafeno puede controlarse dentro de un determinado rango. Para estudios del grafeno en relación con sus características, medición física e investigación de aplicaciones, generalmente se requiere que el grafeno se ponga sobre un sustrato particular que sea diferente del sustrato en el que se cultiva el grafeno. Por lo tanto, el desarrollo de la tecnología de transferencia de grafeno para grafeno de alta calidad tiene una función y significado muy importante en el fomento de la investigación de materiales de grafeno.

En la actualidad, los dos tipos principales de tecnologías de transferencia de grafeno son grabado química del sustrato y el método de transferencia directa. Teniendo en cuenta el grafeno a nivel atómico o con un espesor de unos pocos nanómetros, su resistencia macroscópica es muy baja y muy susceptible a dañarse, por lo tanto, su aislamiento o separación de su sustrato inicial sin daños es el principal reto de la transferencia de grafeno. Para cultivar el grafeno sobre una superficie de metal de transición por CVD o el método de crecimiento epitaxial, puede usarse el método de grabado del sustrato para resolver el problema. Sin embargo, dado que el método de grabado sacrifica el sustrato metálico, los materiales de metal del sustrato se consumen durante el proceso de transferencia y, por lo tanto, el coste de la preparación de grafeno aumenta significativamente (especialmente para un sustrato de alto valor). Además, las etapas son complejas, el ciclo de proceso es largo y se causa contaminación medioambiental grave. El método tampoco es adecuado para transferir grafeno sobre un sustrato de material precioso, tal como rubidio (Ru) y platino (Pt) que es altamente estable químicamente. Para el cultivo de grafeno sobre un sustrato de alto valor, puede usarse el método de transferencia directa, que utiliza un medio de transferencia con mayor fuerza de unión (tal como una cinta, adhesivo, etc.) con el grafeno para retirar el grafeno directamente de la superficie del sustrato. Este método no consume ningún material de sustrato, ni utiliza reactivos químicos que sean corrosivos o contaminantes. Sin embargo, este método puede causar daños al grafeno

fácilmente y no puede realizar una transferencia sin daños para grafeno de alta calidad. En resumen, se necesita urgentemente una tecnología de transferencia de grafeno sin daños (sin daños para materiales de sustrato y para el grafeno), que, en cierta medida, es importante para futuras posibilidades de desarrollo de grafeno de alta calidad.

5 Resumen de la presente invención

Un objeto de la presente invención es proporcionar un nuevo método de transferencia de grafeno sin causar daño al grafeno y a bajo coste, en el que la acción de desplazamiento y la acción de intercalación de las burbujas generadas a través de un proceso de electrólisis se utiliza de tal forma que el grafeno puede transferirse de un sustrato inicial a un sustrato diana no selectivo. El método no causa daños ni pérdidas al grafeno y el sustrato inicial, al mismo tiempo que el proceso operativo es sencillo, rápido, fácil de controlar y no contaminante. Por consiguiente, es posible para su implementación a gran escala y es ideal para usarse en transferencia de grafeno de alta calidad a bajo coste.

La solución técnica se describe adicionalmente como se indica a continuación:

De acuerdo con un método de transferencia de grafeno que no induce daño al grafeno y a bajo coste de la presente invención, el método utiliza un sustrato inicial que tiene una superficie sobre la que el grafeno se sintetiza o se aplica en revestimiento de cualquier manera. El sustrato inicial se usa como un electrodo para experimentar electrólisis a través de la cual se generan burbujas en la superficie del sustrato inicial para proporcionar un efecto de combinación de acción de desplazamiento e intercalación para separar el grafeno sobre la superficie del sustrato inicial sin dañar el grafeno. Después, el grafeno separado del sustrato inicial, que no está dañado, puede integrarse en la superficie de cualquier sustrato diana. En particular, el método comprende las siguientes etapas:

(1) aplicación en revestimiento de capa de medio de transferencia: aplicar en revestimiento un medio de transferencia sobre el sustrato inicial en el que se cultiva o se aplica en revestimiento el grafeno para impedir daños en el grafeno en las etapas de procesamiento posteriores;

(2) separación de la capa compuesta del medio de transferencia y grafeno del sustrato inicial: colocar el sustrato inicial con la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno en una solución en la que el sustrato inicial es un electrodo, generar sustancias gaseosas sobre una superficie del sustrato inicial por electrólisis y separar el grafeno del sustrato inicial a través de la acción de desplazamiento y la intercalación de las sustancias gaseosas de las que el grafeno se separa sin daños;

(3) unir la capa compuesta del medio de transferencia y grafeno a un sustrato diana: colocar la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno sobre el sustrato diana a través de un método de contacto directo;

(4) retirar el medio de transferencia: retirar el medio de transferencia aplicado en revestimiento sobre la superficie externa del grafeno por disolución con disolvente o por calentamiento.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el grafeno puede obtenerse usando una pluralidad de métodos diferentes, que incluyen cultivo del grafeno por método de deposición química de vapor, crecimiento epitaxial de grafeno, crecimiento de grafeno por precipitación, exfoliación (mecánica) por cinta del grafeno, exfoliación química de grafeno y método de montaje de grafeno para una película de grafeno ensamblada.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, se selecciona un polímero de alto peso molecular como el medio de transferencia para proporcionar una protección reforzada al grafeno que impide que el grafeno se dañe durante el proceso de operación. El polímero de alto peso molecular que se selecciona incluye uno o más de los siguientes: polimetilmetacrilato (PMMA), polietileno, poliestireno y polipropileno. El espesor del medio de transferencia es de 1 nm~1 mm, y preferiblemente 20 nm~500 μm.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el grafeno que se aplica en revestimiento con el medio de transferencia en el sustrato inicial se usa como el cátodo o ánodo durante el proceso de electrólisis.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el sustrato inicial de grafeno es un metal que incluye Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au y Ag, un conductor de aleación metálica de Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au o Ag, un semiconductor que incluye Si, SiO₂, Al₂O₃, o material compuesto de dos del metal, el conductor de aleación metálica y el semi-conductor.

De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, la solución electrolítica para el proceso de

electrólisis es una solución electrolítica de un único soluto (ácido, base o sal), una solución electrolítica de múltiples solutos (ácido, base o sal), una mezcla de solución electrolítica de un único soluto y sustancia orgánica (que consiste en uno o más de alquilo, alquenilo, quinilo, hidrocarburos aromáticos, alcoholes, aldehídos, ácidos carboxílicos, ésteres) o una mezcla de solución electrolítica de múltiples solutos y sustancia orgánica (que consiste en uno o más de alquilo, alquenilo, alquinilo, hidrocarburos aromáticos, alcoholes, aldehídos, ácidos carboxílicos, ésteres). En las condiciones operativas específicas, seleccionar la solución electrolítica particular que no experimentará reacción química ni electroquímica con el sustrato inicial.

De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, la concentración del electrolito en solución es de 0,01 mol/l ~ 10 mol/l, y preferiblemente 0,1 mol/l ~ 4 mol/l.

De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, la temperatura operativa es de -10 C~100 C, y preferiblemente 10 °C-50 °C durante el proceso de electrólisis.

15 De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, durante el proceso de electrólisis, la tensión es de 1~100 voltios, preferiblemente de 2~20 voltios; y la intensidad es de 0,01~100 amperios, preferiblemente 1~10 amperios.

De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, cuando se usa disolvente orgánico para retirar el medio de transferencia de polímero de alto peso molecular, el disolvente orgánico se selecciona entre uno o más del grupo que consiste en reactivos cetonas, hidrocarburos clorados, hidrocarburos halogenados e hidrocarburos aromáticos, tales como acetona, lactato de etilo, dicloruro de etileno, tricloroetileno y cloroformo. La temperatura de disolución es 0 °C~200 °C, y preferiblemente 20 °C~80 °C.

25 De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, cuando se usa un método de calentamiento para retirar el medio de transferencia de polímero de alto peso molecular, la temperatura de calentamiento es 50 °C~600 °C, y preferiblemente 100 °C~350 °C.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el sustrato diana de grafeno es un conductor metálico que incluye Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au y Ag, un semi-conductor que incluye Si, BN, SiO₂ y Al₂O₃, un aislante que incluye vidrio y cuarzo, o un polímero de alto peso molecular, tal como polietilentereftalato (PET), en el que el sustrato diana puede tener cualquier estructura, tal como una estructura superficial plana, una estructura superficial curvada o una estructura de malla.

35 Efecto ventajoso de la presente invención

1. De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, se usa un sustrato inicial y grafeno con revestimiento del medio de transferencia como el electrodo y se pone en la solución electrolítica para realizar un proceso de electrólisis. A través del proceso de electrólisis, se produce sustancia gaseosa sobre la superficie del electrodo. Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación de la sustancia gaseosa, el grafeno se separa del sustrato inicial sin daños.

2. De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, se usa un medio de transferencia altamente molecular común como el medio de transferencia para el grafeno, que es económico y duradero, y fácil de retirar después del proceso de transferencia.

3. De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, se usa una tensión constante o una fuente de alimentación de corriente constante. La tensión es de 5 voltios en condiciones de tensión constante, la intensidad es de 1 amperio en la condición de intensidad constante, y el tiempo de electrólisis es normalmente de unos pocos minutos. Por consiguiente, el ciclo del proceso de transferencia es corto y el consumo energético es bajo.

4. De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, el sustrato inicial y el grafeno se usan únicamente como el electrodo para la electrólisis y la solución electrolítica que se selecciona no tendrá ningún efecto corrosivo, por lo tanto no se induce ningún daño al sustrato inicial ni al grafeno. El sustrato inicial puede reutilizarse muchas veces o un número ilimitado de veces. Por consiguiente, el coste disminuye drásticamente y no se produce contaminación ambiental.

5. De acuerdo con la realización preferida de la presente invención, el proceso operativo es sencillo y fácil. En comparación con el método de transferencia de grafeno por grabado del sustrato, el método de la presente

invención puede realizar un método de transferencia a bajo coste y rápido a gran escala para la transferencia de grafeno.

En conclusión, el grafeno que se cultiva o se aplica en revestimiento sobre un sustrato inicial se protege por el medio de transferencia y es capaz de transferirse a cualquier sustrato diana sin daños a través de la acción de desplazamiento y la acción de intercalación de las burbujas de gas producidas por el proceso de electrólisis. Por consiguiente, puede conservarse la alta calidad del grafeno. Además, el sustrato puede reutilizarse muchas veces o un número ilimitado de veces, por lo tanto, la pérdida de material del sustrato disminuye significativamente y este método es particularmente adecuado para transferir grafeno que se cultiva sobre un sustrato metálico. Además, el tiempo de transferencia es rápido y el nivel de contaminación ambiental es bajo, por lo tanto, proporcionando soporte a la aplicación a gran escala del grafeno en película conductora transparente, dispositivos nanoeléctricos, etc.

Aún más objetos y ventajas se harán evidentes a partir de una consideración de la siguiente descripción y los dibujos.

Estos y otros objetivos, características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración de un proceso de transferencia de grafeno sin daños que separa el grafeno de su sustrato inicial de acuerdo con una realización preferida de la presente invención, en la que (a) ilustra la capa de PMMA que reviste la lámina de platino de la que se cultiva o se aplica en revestimiento el grafeno sobre la superficie; (b) ilustra el PMMA/grafeno/lámina de platino que sirve como un cátodo y otra lámina de platino que sirve como un ánodo en una celda electrolítica; (c) ilustra la acción del gas hidrógeno producido por la solución electrolítica bajo la intensidad de 1 amperio a través de la cual la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira de la lámina de platino, que sirve como el sustrato metálico; y (d) ilustra que la capa compuesta de PMMA y grafeno y la lámina de platino se separan completamente después de burbujeo durante decenas de segundos. En los dibujos, la flecha apunta a la capa compuesta de PMMA y grafeno.

La figura 2 es una ilustración de una película de grafeno que se transfiere desde una lámina de platino, en la que (a) es la fotografía óptica del grafeno que se transfiere al sustrato de Si/SiO₂, la ilustración (izquierda) muestra un sustrato de Pt (111) monocristalino en el que se cultiva grafeno y la ilustración (derecha) muestra la película de grafeno que se transfiere del sustrato de Pt(111) sobre Si/SiO₂; (b) es la micrografía óptica del grafeno que se transfiere sobre la superficie del sustrato de Si/SiO₂, que muestra que la mayor parte del grafeno es monocapa y un área pequeña es de doble capa o multi-capa, la ilustración es una fotografía TEM que muestra el límite del grafeno monocapa; (c) comparación de espectros de Raman para el grafeno monocapa: se ilustran el grafeno obtenido por el método de exfoliación con cinta y el grafeno retirado por el método de transferencia sin daños de la presente invención en el que se usan Si/SiO₂ y Si/Al₂O₃ como el sustrato diana. El modo D débil confirma que el grafeno es de alta calidad después del método de transferencia de la presente invención. La figura 2 muestra que no se causa ningún daño ni efecto de destrucción por el proceso de transferencia de la presente invención.

La figura 3 es una ilustración de la característica estructural del grafeno monocristalino que se cultiva sobre una lámina de platino antes y después del proceso de transferencia de grafeno sin daños, en la que (a-b) la SEM del grafeno monocristalino cultivado en una lámina de platino; (c-d) son las fotografías ópticas de grafeno monocristalino transferido al sustrato de Si/SiO₂. La figura 3 muestra que no se causa ningún daño ni efecto de destrucción al grafeno monocristalino por el proceso de transferencia de la presente invención.

La figura 4 es una ilustración de transferencia de grafeno monocristalino que se cultiva sobre una lámina de platino para diferentes sustratos por el proceso de transferencia de grafeno sin daños de la presente invención, en la que (d) ilustra la fotografía óptica del grafeno monocristalino transferido al sustrato de Si/SiO₂ en el que se construye una pluralidad de surcos; y (e) ilustra la fotografía óptica del grafeno monocristalino transferido al sustrato Si/SiO₂ en el que se proporciona el electrodo Au. La figura 4 muestra que el proceso de transferencia de la presente invención puede aplicarse también a un sustrato con estructura irregular, tal como el sustrato con estructuras de surco y el electrodo.

La figura 5 es una ilustración para mostrar los cambios en la superficie del sustrato antes y después del proceso de transferencia de grafeno sin daños, en la que (a) es la imagen AFM de la superficie de Pt(111) monocristalina sobre la que el grafeno se cultiva, la flexión (las arrugas) muestra la existencia de grafeno; y (b) es la imagen de AFM de la superficie de Pt(111) después del proceso de transferencia de la presente invención en la que se muestran la estructura original de la superficie de Pt(111) a nivel atómico, donde no hay ninguna arribada causada por el grafeno y el aspecto original y la estructura del Pt(III) se mantiene

después del proceso de transferencia de la presente invención.

La figura 6 es una ilustración de la topografía de la película de grafeno que se cultiva en un sustrato de platino policristalino después del proceso de transferencia de grafeno sin daños, en la que (a-d) son la SEM de la película de grafeno transferida, que se cultiva bajo las mismas condiciones, en la misma ubicación después del procesamiento 1 vez, 5 veces, 15 veces y más de 100 veces del método de transferencia sin daño de la presente invención respectivamente. La figura 6 no muestra ningún cambio significativo en la superficie del sustrato, lo que indica que el sustrato puede usarse repetidamente después del proceso de transferencia de la presente invención.

La figura 7 es una ilustración de la característica de la isla de grafeno monocristalino que se cultiva sobre un sustrato de platino policristalino después del proceso de transferencia de grafeno sin daños, en la que (a-b) son la SEM del grafeno después del cultivo durante 120 minutos respectivamente, y (c-d) son la SEM del grafeno después del cultivo durante 180 minutos respectivamente. De acuerdo con la figura 7, después de usar la lámina de platino repetidamente muchas veces, la lámina de platino aún puede usarse como un sustrato y el grafeno monocristalino que se cultiva sobre la lámina de platino no muestra ninguna diferencia significativa. El sustrato de lámina de platino policristalino ya se ha usado repetidamente más de 500 veces.

Descripción detallada de la realización preferida

De acuerdo con un método de transferencia de grafeno que no induce daño al grafeno y a bajo coste de la presente invención, el método utiliza un sustrato inicial que tiene una superficie sobre la que el grafeno se sintetiza o se aplica en revestimiento de cualquier manera. El sustrato inicial se usa como un electrodo para experimentar electrólisis a través de la cual se generan burbujas en la superficie del sustrato inicial para proporcionar un efecto de combinación de acción de desplazamiento e intercalación para separar el grafeno sobre la superficie del sustrato inicial sin dañar el grafeno. Después, el grafeno separado del sustrato inicial, que no está dañado, puede integrarse en la superficie de cualquier sustrato diana. En particular, el método comprende las siguientes etapas:

(1) aplicación en revestimiento de capa de medio de transferencia: aplicar en revestimiento un medio de transferencia sobre el sustrato inicial en el que se cultiva o se aplica en revestimiento el grafeno para impedir daños en el grafeno en las etapas de procesamiento posteriores;

(2) separación de la capa compuesta del medio de transferencia y grafeno del sustrato inicial: colocar el sustrato inicial con la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno en una solución en la que el sustrato inicial es un electrodo, generar sustancias gaseosas sobre una superficie del sustrato inicial por electrólisis y separar el grafeno del sustrato inicial a través de la acción de desplazamiento y la intercalación de las sustancias gaseosas de las que el grafeno se separa sin daños;

(3) unir la capa compuesta del medio de transferencia y grafeno a un sustrato diana: colocar la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno sobre el sustrato diana a través de un método de contacto directo;

(4) retirar el medio de transferencia: retirar el medio de transferencia aplicado en revestimiento sobre la superficie externa del grafeno por disolución con disolvente o por calentamiento.

Realización 1

Obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). (Véase Gao, L. B.; Ren, W. C.; Zhao, J. P.; Ma, L. P.; Chen, Z. P.; Cheng, H. M. Efficient growth of high-quality graphene films on Cu foils by ambient pressure chemical vapor deposition. Appl. Phys. Lett. 2010, 97, 183109 para obtener detalles acerca del método CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino en la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA (PMMA disuelto en lactato de etilo, la concentración del PMMA es del 4% en peso) sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio con una velocidad de giro de 2000 rpm y un tiempo de giro de 1 minuto. Colocar la lámina de platino en un horno a 180 °C durante 30 minutos y sacar la lámina de platino para su enfriamiento en condiciones ambientales. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 30 °C-40 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. El tiempo

- requerido para quitar la capa compuesta de PMMA y grafeno se verá afectado por la rugosidad, el tamaño y otros factores de la superficie de la lámina de platino y, por lo tanto, el tiempo real requerido se basa en las condiciones de separación de la lámina de platino y la capa compuesta de PMMA y grafeno. En general, una lámina de platino con capa compuesta de PMMA y grafeno que tiene un tamaño de 1 cm x 3 cm requerirá un periodo de tiempo de 5 30 segundos a 1 minuto. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a 10 baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C-80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado, tal como Si/SiO₂, Si/Al₂O₃, BN, PET, vidrio, malla de cobre, etc. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.
- 15 Después, se observa el grafeno que se transfiere al sustrato diana. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

20 Realización 2

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

- De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un 25 método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino en la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre ambos lados de la lámina de platino (en esta realización, ambos lados de la lámina de platino se recubren con PMMA) usando un dispositivo revestidor giratorio con una velocidad de giro de 2000 rpm y un tiempo de giro de 1 minuto. Colocar la lámina de platino en un horno a 180 °C durante 30 minutos y sacar la lámina de platino para su enfriamiento en condiciones ambientales. El espesor 30 del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de NaOH que tiene una concentración de 0,1-4 mol/l. Después de 35 sumergir completamente la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio (la intensidad es 0,1~4 amperios para el proceso de electrólisis de acuerdo con esta realización), una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 20 °C-30 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después 40 de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino (el tiempo para el proceso de electrólisis es de 20 segundos a 30 minutos de acuerdo con esta realización), retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de 45 silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

- Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un 50 microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 3

- 55 Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un

dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. El electrolito es una solución de NaOH de 1 mol/l (De acuerdo con esta
 5 realización, el electrolito puede ser una solución alcalina, de ácido o sal diferente, tal como KOH, H₂SO₄, Na₂SO₄, etc., que tiene una concentración de 0,1~5 mol/l). Después de sumergir completamente la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio (la intensidad es 0,1~4 amperios para el proceso de electrólisis de acuerdo con esta realización), una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 30 °C-40 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con
 10 PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino (el tiempo para el proceso de electrólisis es de 60 segundos a 60 minutos de acuerdo con esta realización), retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de
 15 la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

20 Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

25 Realización 4

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

30 De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno en una lámina de platino monocristalina usando un método de deposición química de vapor (CVD) (De acuerdo con esta realización, la lámina de platino puede reemplazarse por una placa de platino o una lámina de platino de diferente especificación, monocristalina o policristalina, con un espesor mayor de 10 μm). Después del enfriamiento de la lámina de platino en la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo
 35 revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución, aplicar una intensidad a
 40 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de
 45 platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver
 50 el PMMA con acetona.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de
 55 Raman.

Realización 5

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre diferentes metales usando un método diferente (De acuerdo con esta realización, la lámina de platino puede reemplazarse por una lámina de metal de un elemento diferente, tal como rutenio, iridio, níquel, cobre, etc., o por la unión de una película de metal y estabilizada sobre una placa de silicio). Después del enfriamiento de la lámina de metal o la película de metal en la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de metal o la película de metal usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de metal o película metálica con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa una lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de NaOH de 1 mol/l (De acuerdo con esta realización, el electrolito puede reemplazarse por una solución alcalina, de ácido o sal que no es probable que corroiga el metal particular usado en el electrodo). Después de que la lámina de metal o la película de metal con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 30 °C-40 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de metal o la película de metal con PMMA y grafeno que se conecta al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de metal o la película metálica. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de metal o la película de metal, retirar la lámina de metal o la placa de silicio con película metálica y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 6

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, preparar el grafeno en diferentes sustrato semiconductores usando un método diferente (De acuerdo con esta realización, el sustrato metálico puede reemplazarse por un sustrato semi-conductor, tal como SiC). Después del enfriamiento del sustrato semi-conductor en el que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado del sustrato semi-conductor usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. El sustrato semi-conductor con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa una lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. El electrolito es una solución de 1 mol/l de H₂SO₄ (De acuerdo con esta realización, el electrolito puede reemplazarse por una solución de ácido o sal que no es probable que corroiga el sustrato que se va a usar). Después de que el sustrato semi-conductor con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 20 °C-30 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, el sustrato semi-conductor con PMMA y grafeno que se conecta al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente del sustrato semi-conductor. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno del sustrato semi-conductor, retirar el sustrato semi-conductor y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un

microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 7

5

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

- De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. El electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de sumergir parcialmente la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno en la solución (de acuerdo con esta realización, durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerge lentamente en la solución, y el tiempo es el mismo que el tiempo requerido para la separación de la lámina de platino y la capa compuesta de PMMA y grafeno), aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 10 °C-20 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.
- Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

35 Realización 8

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

- De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino en la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de medio de transferencia (De acuerdo con esta realización, fotorresistente, PDMS, película de metal, etc. que forma fácilmente película, que tenga buenas propiedades de unión con el sustrato, y sea fácil de retirar cuando se use como el medio de transferencia.) sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio y secar. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm.
- La lámina de platino con capa de medio de transferencia y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. El electrolito es una solución de NaOH de 1 mol/l (De acuerdo con esta realización, se usa el electrolito no tiene efecto perjudicial sobre el medio de transferencia). Después de que la lámina de platino con capa de medio de transferencia y grafeno se sumerja parcialmente en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 20 °C-30 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con capa de medio de transferencia y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino.
- Después de la completa separación de la capa de medio de transferencia y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de medio de transferencia y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de medio de transferencia y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de medio de transferencia y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta

separada de medio de transferencia y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de medio de transferencia y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después retirar el medio de transferencia.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 9

10

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio y secado al horno. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de la fuente de alimentación. El electrolito es una solución de electrolito particular de 1 mol/l (De acuerdo con esta realización, se usa la solución de electrolito particular que no produce oxígeno en el ánodo. Como ejemplos, puede usarse NaCl o HCl como la solución de electrolito). Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 30 °C-40 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que se conecta al electrodo positivo de la fuente de alimentación generará gas cloro (Cl₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas cloro, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución electrolítica y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 10

40

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio y secado al horno. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. Usar dos láminas de platino con capa de PMMA y grafeno para conectar a un electrodo positivo y un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante respectivamente. El electrolito es una solución de electrolito particular de 1 mol/l (De acuerdo con esta realización, se usa la solución de electrolito particular que no produce oxígeno en el ánodo. Como ejemplos, puede usarse NaCl o HCl como la solución de electrolito). Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja parcialmente en la solución, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 50 °C-60 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, las dos láminas de platino con PMMA y grafeno que se conectan al electrodo positivo y el electrodo negativo de la fuente de alimentación producirán gas cloro (Cl₂) y gas hidrógeno (H₂) respectivamente. Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas cloro y el gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución electrolítica (De acuerdo con esta realización, cada uno de los dos electrodos se usa para separar la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino) y poner en

agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando una placa de silicio y secar al horno la capa compuesta separada de PMMA y grafeno. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie de la placa de silicio y después disolver el PMMA con acetona.

Después, se observa el grafeno sobre la lámina de silicio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 11

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado (De acuerdo con esta realización, el sustrato diana es un sustrato de vidrio). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento de alta temperatura (100 °C~180 °C) durante 30 minutos o más. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato de vidrio. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el grafeno sobre el sustrato de vidrio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 12

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación producirá gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción

de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado (De acuerdo con esta realización, el sustrato diana es un sustrato de PET). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato de PET. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el PET sobre el sustrato de vidrio. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 13

20 Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C~50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación generará gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado (De acuerdo con esta realización, el sustrato diana es sustrato de nitruro de boro hexagonal multi-capas de (BN)/SiO₂/Si). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento de alta temperatura (100 °C~180 °C) durante 30 minutos o más. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato de BN. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el grafeno sobre el sustrato de BN/SiO₂/Si. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 14

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

55 De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de

alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación producirá gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado (De acuerdo con esta realización, el sustrato diana es un sustrato mallado de cobre de micropelícula con malla 200). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento de alta temperatura (100 °C~180 °C) durante 30 minutos o más. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato mallado de cobre de micropelícula. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el grafeno sobre el sustrato mallado de cobre de micropelícula. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 15

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación producirá gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato diana, que es un sustrato diana precortado (De acuerdo con esta realización, el sustrato diana es el sustrato de SiO₂/Si con canales sobre su superficie). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento de alta temperatura (100 °C~180 °C) durante 30 minutos o más. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato de SiO₂/Si. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el grafeno sobre el sustrato de SiO₂/Si. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Realización 16

Las diferencias entre esta realización y la realización 1 son como se indica a continuación:

De acuerdo con esta realización, obtener grafeno cultivando el grafeno sobre una lámina de platino usando un método de deposición química de vapor (CVD). Después del enfriamiento de la lámina de platino sobre la que se cultiva el grafeno, aplicar en revestimiento una capa de PMMA sobre un lado de la lámina de platino usando un dispositivo revestidor giratorio. El espesor del medio de transferencia es de 500~1000 nm. La lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se usa como un cátodo y se conecta a un electrodo negativo de una fuente de alimentación de corriente constante, y se usa otra lámina de platino como un ánodo y se conecta a un electrodo positivo de la fuente de alimentación. De acuerdo con esta realización, el electrolito es una solución de 1 mol/l de NaOH. Después de que la lámina de platino con capa de PMMA y grafeno se sumerja por completo en la solución de NaOH, aplicar una intensidad a 1 amperio, una tensión a 8~16 voltios y una temperatura operativa a 40 °C-50 °C para realizar un proceso de electrólisis. Durante el proceso de electrólisis, la lámina de platino con PMMA y grafeno que está conectada al electrodo negativo de la fuente de alimentación producirá gas hidrógeno (H₂). Bajo la acción de desplazamiento y la acción de intercalación del gas hidrógeno, la capa compuesta de PMMA y grafeno se retira gradualmente de la lámina de platino. Después de la completa separación de la capa compuesta de PMMA y grafeno de la lámina de platino, retirar la lámina de platino y la capa compuesta separada de PMMA y grafeno de la solución de NaOH y poner en agua purificada. Después de aclarar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno muchas veces y durante un largo periodo de tiempo predeterminado, retirar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno del agua purificada usando un sustrato de cobre precortado (De acuerdo con esta realización, puede usarse un sustrato metálico, tal como plata, aluminio, etc. que tenga un espesor de 1 μm~1 mm). Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento a baja temperatura o una lámpara de calor (50 °C~80 °C) durante 30 minutos o más para retirar cualquier residuo de agua. Después, colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno en un dispositivo de calentamiento de alta temperatura (100 °C~180 °C) durante 30 minutos o más. Colocar la capa compuesta separada de PMMA y grafeno sobre la superficie del sustrato de cobre. Por último, usar acetona para disolver el PMMA durante un periodo de tiempo de al menos 10 minutos.

Después, se observa el grafeno sobre el sustrato de cobre. La distribución de la capa superficial, la uniformidad y el nivel de daño se observan bajo un microscopio óptico, las microroturas y la flexión se observan a través de un microscopio de fuerza atómica, y la calidad del grafeno cristalino se determina a través de espectroscopía de Raman.

Haciendo referencia a la figura 1 de los dibujos en la que se ilustra un diagrama de flujo de un proceso de transferencia de grafeno sin daños que separa el grafeno de una lámina de platino, en la que (a) ilustra la capa de PMMA que reviste la lámina de platino de la que se cultiva o se aplica en revestimiento el grafeno sobre la superficie; (b) ilustra el PMMA/grafeno/lámina de platino que sirve como un cátodo y otra lámina de platino que sirve como un ánodo en una celda electrolítica; (c) ilustra la acción del gas hidrógeno producido por la solución electrolítica bajo la intensidad de 1 amperio a través de la cual el PMMA/grafeno se retira de la lámina de platino, que sirve como el sustrato metálico; y (d) ilustra que el PMMA/grafeno y la lámina de platino se separan completamente después de burbujeo durante decenas de segundos. En los dibujos, la flecha apunta a la capa de PMMA/grafeno (la capa compuesta de PMMA y grafeno).

Haciendo referencia a la figura 2 de los dibujos, (a) es la fotografía óptica del grafeno que se transfiere al sustrato de Si/SiO₂, la ilustración (izquierda) muestra un sustrato de Pt (111) monocristalino en el que se cultiva grafeno y la ilustración (derecha) muestra la película de grafeno que se transfiere del sustrato de Pt(111) sobre Si/SiO₂; (b) es la micrografía óptica del grafeno que se transfiere sobre la superficie del sustrato de Si/SiO₂, que muestra que la mayor parte del grafeno es monocapa y un área pequeña es de doble capa o multicapa, y la ilustración proporciona una fotografía TEM que muestra el límite del grafeno monocapa; y (c) es la comparación de espectros de Raman del grafeno monocapa: se ilustran el grafeno obtenido por el método de exfoliación con cinta y el grafeno retirado por el método de transferencia sin daños de la presente invención en el que se usan Si/SiO₂ y Si/Al₂O₃ como el sustrato diana. El modo D débil confirma que el grafeno es de alta calidad después del método de transferencia de la presente invención. La figura 2 muestra que no se causa ningún daño ni efecto de destrucción por el proceso de transferencia de la presente invención. La película de grafeno no muestra ningún daño significativo después del método de transferencia sin daños de la presente invención y parece tener una mayor calidad de cristal, por lo tanto, el método de transferencia sin daño de la presente invención demuestra ser sin daños para el grafeno.

Haciendo referencia a la figura 3 de los dibujos, (a-b) son la SEM del grafeno monocristalino cultivado en una lámina de platino; y (c-d) son las fotografías ópticas de grafeno monocristalino transferido al sustrato de Si/SiO₂. La figura 3 muestra que no se causa ningún daño ni efecto de destrucción al grafeno monocristalino por el proceso de

transferencia de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 4 de los dibujos, (d) ilustra la fotografía óptica del grafeno monocristalino transferido al sustrato de Si/SiO₂ en el que se construye una pluralidad de surcos; y (e) ilustra la fotografía óptica del grafeno monocristalino transferido al electrodo Au sobre un sustrato de Si/SiO₂. La figura 4 muestra que el proceso de transferencia de la presente invención puede aplicarse también a un sustrato con estructura irregular, tal como el sustrato con estructuras de surco y el electrodo.

Haciendo referencia a la figura 5 de los dibujos, (a) es la imagen AFM de la superficie de Pt(111) monocristalina sobre la que el grafeno se cultiva, la flexión (las arrugas) muestra la existencia de grafeno; y (b) es la imagen de AFM de la superficie de Pt(111) después del proceso de transferencia de la presente invención, que muestra que únicamente queda la estructura original de la superficie de Pt(111) a nivel atómico, no hay presente ninguna arruga de grafeno, y el aspecto y la estructura originales del Pt(III) se mantiene después del proceso de transferencia de la presente invención. Comparar la superficie del platino monocristalino antes y después del proceso de transferencia sin daño de la presente invención, no queda ningún residuo de grafeno sobre la superficie del platino, y no se observa ningún cambio en la estructura del platino a nivel atómico, por lo tanto el método de transferencia sin daño de la presente invención prueba ser sin daños para sustrato de platino.

Haciendo referencia a la figura 6 de los dibujos, (a-d) son la SEM de la película de grafeno transferida, que se cultiva bajo las mismas condiciones, en la misma ubicación en el platino policristalino después del procesamiento 1 vez, 5 veces, 15 veces y más de 100 veces del método de transferencia sin daño de la presente invención respectivamente. La figura 6 no muestra ningún cambio significativo en la estructura del grafeno, lo que indica que el sustrato puede usarse repetidamente después del proceso de transferencia de la presente invención.

De acuerdo con la SEM de la película de grafeno transferida cultivada en el platino policristalino, después de la transferencia sin daños 1 vez, 5 veces, 15 veces y más de 100 veces por el método de transferencia sin daño de la presente invención, no se observa ningún cambio significativo sobre la estructura de la película de grafeno que se cultiva en el sustrato de platino. Esto demuestra que el sustrato puede usarse repetidamente después del proceso de transferencia de la presente invención.

Haciendo referencia a la figura 7 de los dibujos, (a-b) son la SEM del grafeno después del cultivo durante 120 minutos respectivamente, y (c-d) son la SEM del grafeno después del cultivo durante 180 minutos respectivamente. La figura 7 muestra que después de usar la lámina de platino repetidamente muchas veces, la lámina de platino aún puede usarse como un sustrato y el grafeno monocristalino que se cultiva sobre la lámina de platino no muestra ninguna diferencia significativa, mientras que el sustrato de la lámina de platino policristalina ya se ha usado repetidamente más de 500 veces. Esto muestra que la estructura de la isla de grafeno monocristalino cultivada a partir del sustrato que se usa repetidamente no muestra ninguna diferencia significativa de la isla de grafeno monocristalino cultivada a partir del sustrato inicial, y esto demuestra que el sustrato puede usarse repetidamente después del proceso de transferencia de la presente invención.

Un experto en la técnica entenderá que la realización de la presente invención como se muestra en los dibujos y se ha descrito anteriormente es únicamente ejemplar y no pretende ser limitante.

Por lo tanto, se observará que los objetos de la presente invención se han cumplido completa y eficazmente. Estas realizaciones se han mostrado y descrito con los fines de ilustrar los principios funcionales y estructurales de la presente invención y están sometidas a cambio sin apartarse de dichos principios. Por lo tanto, esta invención incluye todas las modificaciones incluidas dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un proceso de transferencia de grafeno, **caracterizado por que**, el método utiliza grafeno en un sustrato inicial, el método utiliza un sustrato inicial que tiene una superficie sobre la que el grafeno se sintetiza o se aplica en recubrimiento, en el que el sustrato inicial se usa como un electrodo para experimentar un proceso de electrólisis en el que el método comprende las etapas de:
- (1) aplicar en revestimiento una capa de medio de transferencia sobre el grafeno en la superficie del sustrato inicial en el que el medio de transferencia se aplica en revestimiento sobre el grafeno en el sustrato inicial que define una capa compuesta del medio de transferencia y el grafeno para evitar que el grafeno se dañe en un procesamiento posterior, en el que el grafeno se cultiva o se aplica en revestimiento sobre la superficie del sustrato inicial;
- (2) separar la capa compuesta del medio de transferencia y el grafeno del sustrato inicial en el que el sustrato inicial con la capa compuesta del medio de transferencia y grafeno se coloca en una solución electrolítica y se usa como un electrodo de tal forma que se generan sustancias gaseosas en la superficie del sustrato inicial mediante un proceso de electrólisis y la capa compuesta del medio de transferencia y el grafeno se separa del sustrato inicial a través del efecto de combinación de la acción de desplazamiento y la acción de intercalación de las sustancias gaseosas;
- (3) unir la capa compuesta del medio de transferencia y el grafeno al sustrato diana mediante un método de contacto directo a través de la colocación de la capa compuesta del medio de transferencia y el grafeno sobre el sustrato diana; y
- (4) retirar el medio de transferencia por disolución con disolvente o por calentamiento para retirar el medio de transferencia sobre una superficie externa del grafeno.
2. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** comprende la etapa preliminar de:
- obtener el grafeno en el sustrato inicial mediante un método seleccionado entre el grupo que consiste en método de deposición química de vapor, método de crecimiento epitaxial, método por precipitación, método de exfoliación mecánica o por cinta, método de exfoliación química y método de montaje de grafeno.
3. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el medio de transferencia es un polímero de alto peso molecular para proporcionar una protección reforzada al grafeno de tal forma que el grafeno se protege de sufrir daños durante el proceso de transferencia, en el que el polímero de alto peso molecular se selecciona entre uno o más del grupo que consiste en polimetilmetacrilato (PMMA), polietileno, poliestireno, polipropileno, en el que un espesor del medio de transferencia es 1 nm~1 mm.
4. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el sustrato inicial con la capa compuesta de medio de transferencia y grafeno es un ánodo o un cátodo en el proceso de electrólisis.
5. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el sustrato inicial del grafeno es un metal seleccionado entre el grupo que consiste en al menos uno de Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au y Ag, un conductor de aleación metálica seleccionado entre el grupo que consiste en al menos dos de Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au y Ag, un semi-conductor seleccionado entre el grupo que consiste en al menos uno de Si, SiO₂ y Al₂O₃, o un material compuesto de dos del metal, el conductor de aleación metálica y el semi-conductor.
6. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** la solución electrolítica para el proceso de electrólisis es una solución de ácido, base o sal que contiene un electrolito de un único soluto, un electrolito de múltiples solutos, una mezcla de electrolito de un único soluto y sustancia orgánica, o una mezcla de electrolito de múltiples solutos y sustancia orgánica, en el que la sustancia orgánica se selecciona entre el grupo que consiste en uno o más de alquilo, alquenilo, alquinilo, hidrocarburos aromáticos, alcoholes, aldehídos, ácidos carboxílicos y ésteres, en el que la solución electrolítica selecciona en una condición que no se produzca ninguna reacción química ni electroquímica entre la solución electrolítica y el sustrato inicial.

7. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** una concentración del electrolito en solución es 0,01 mol/l~10 mol/l, y una temperatura es -10 °C~100 °C, una tensión de 1~100 voltios y una intensidad de 0,01~100 amperios para el proceso de electrólisis.
- 5 8. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** si el medio de transferencia es un polímero de alto peso molecular y se retira mediante un disolvente orgánico a través de disolución, el disolvente orgánico se selecciona entre uno o más del grupo que consiste en reactivos cetonas, hidrocarburos clorados, hidrocarburos halogenados e hidrocarburos aromáticos y una temperatura de disolución es 0 °C~200 °C; y si el medio de transferencia es un polímero de alto peso molecular y se
10 retira por calentamiento, una temperatura de calentamiento es 50 °C~600 °C.
9. El proceso de transferencia de grafeno de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, **caracterizado por que** el sustrato diana es un conductor metálico seleccionado entre el grupo que consiste en Pt, Ni, Cu, Co, Ir, Ru, Au y Ag, un semi-conductor seleccionado entre el grupo que consiste en Si, BN, SiO₂ y Al₂O₃, un
15 aislante seleccionado entre el grupo que consiste en vidrio y cuarzo, o un polímero de alto peso molecular de polietilentereftalato, en el que el sustrato diana tiene una forma que comprende una estructura de superficie plana, una estructura de superficie curvada y una estructura de malla.

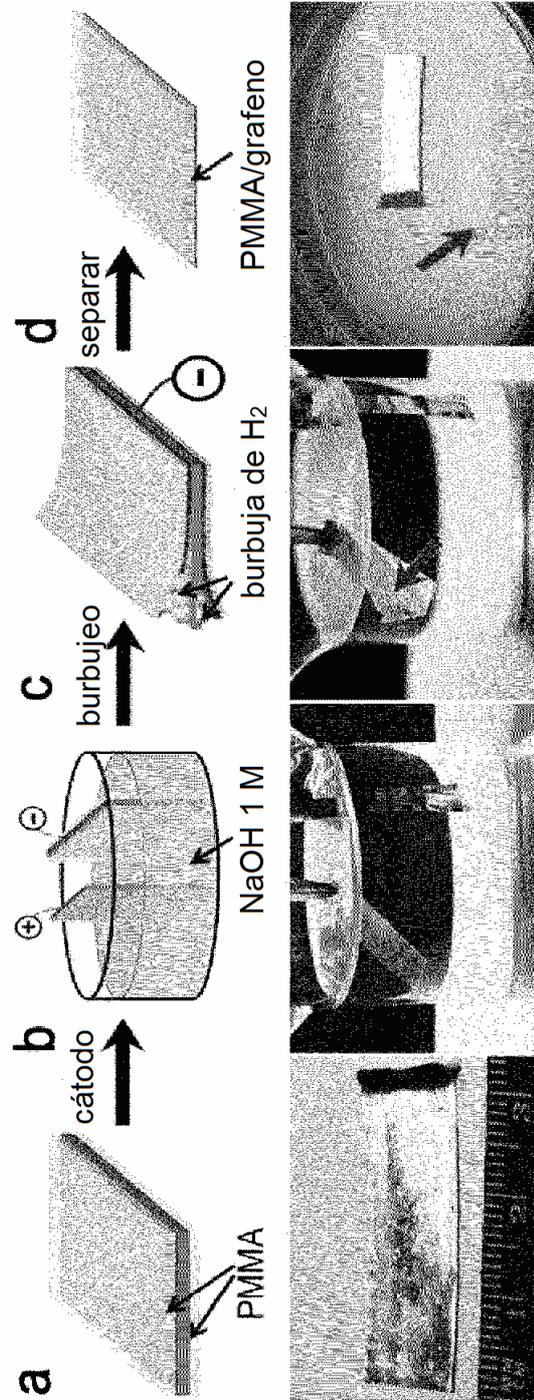


FIG. 1

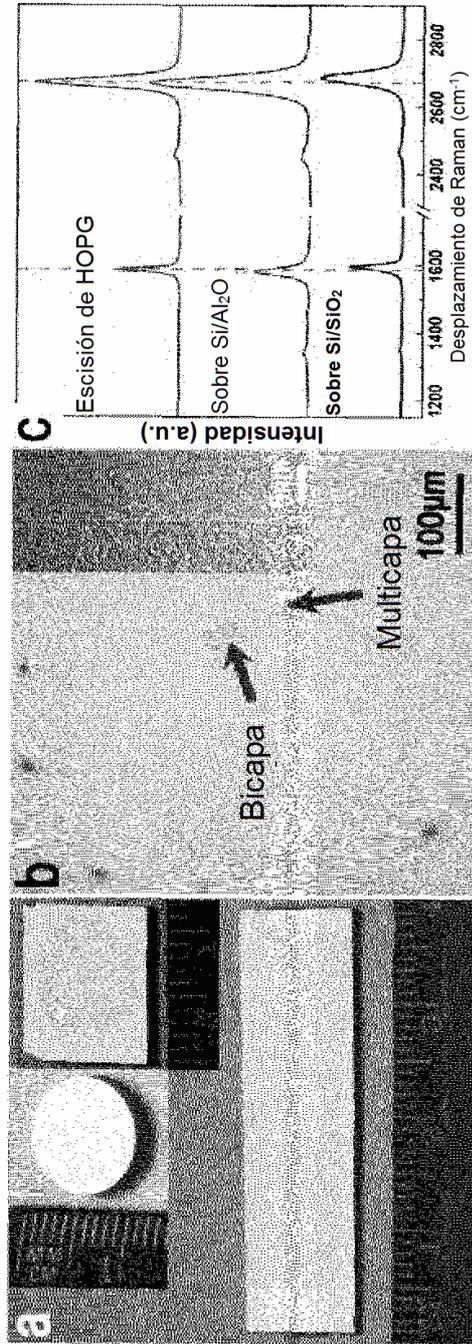


FIG. 2

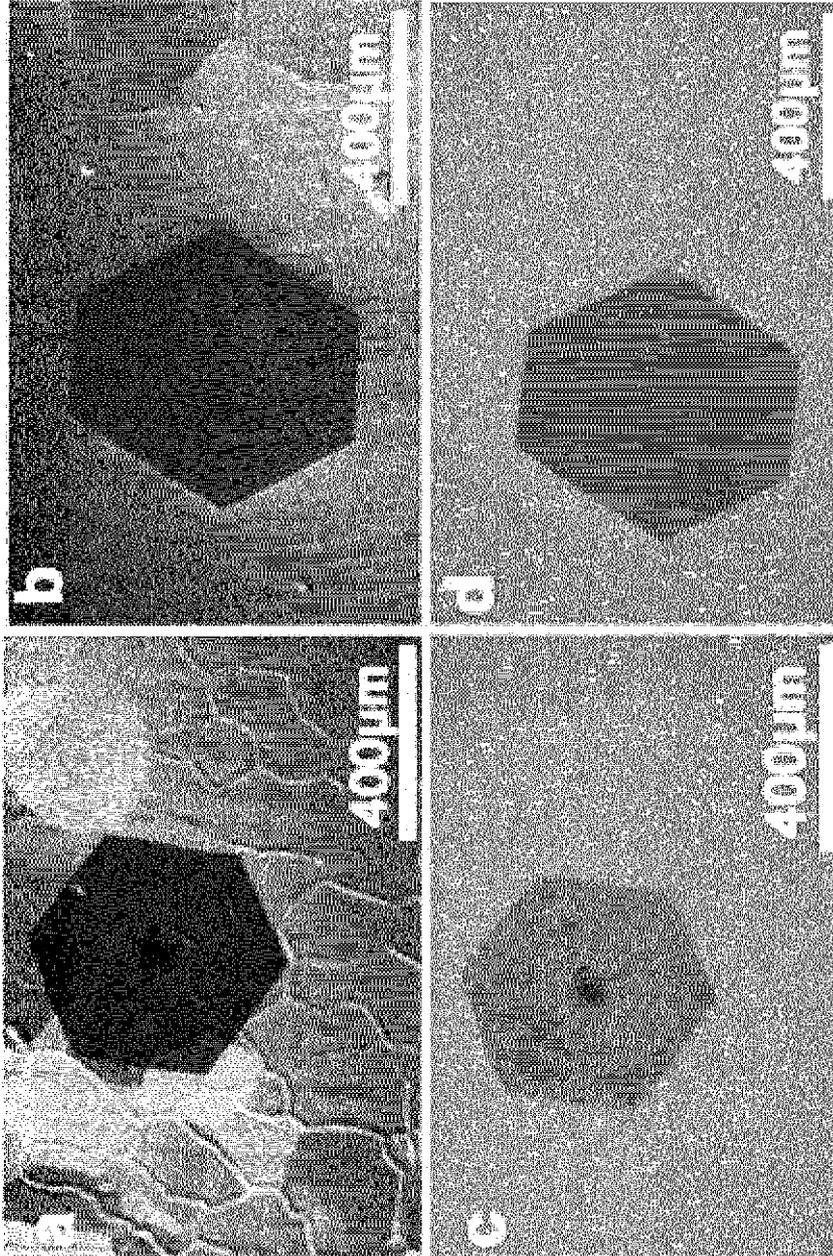


FIG. 3

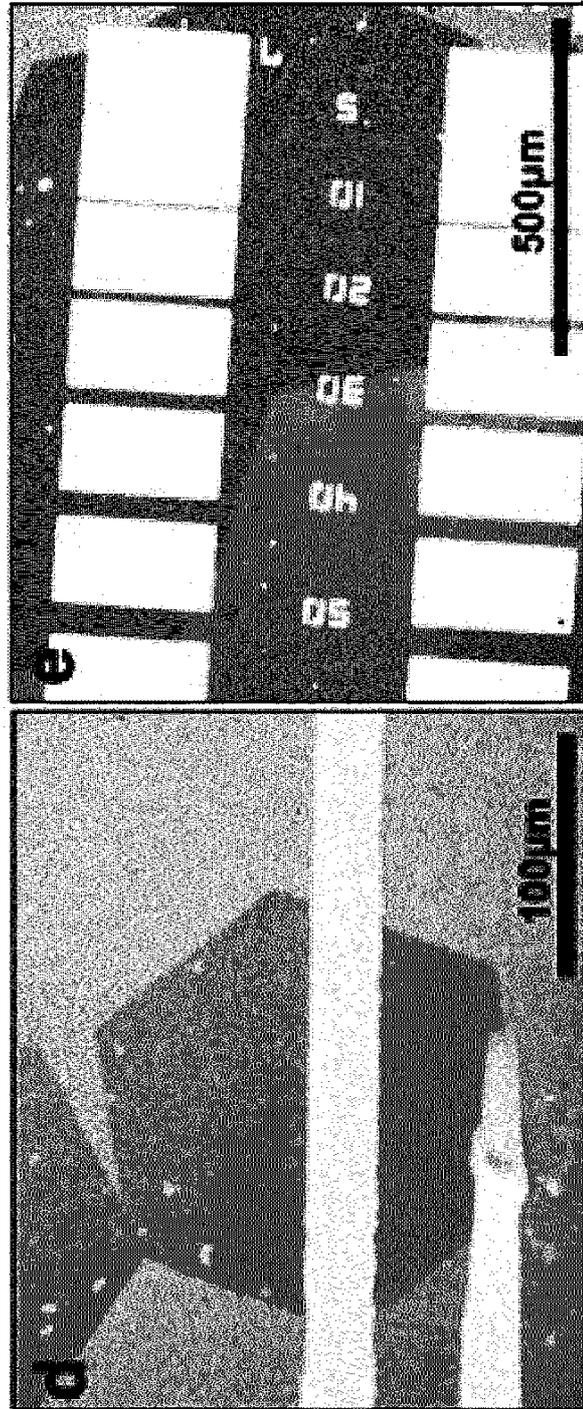


FIG. 4

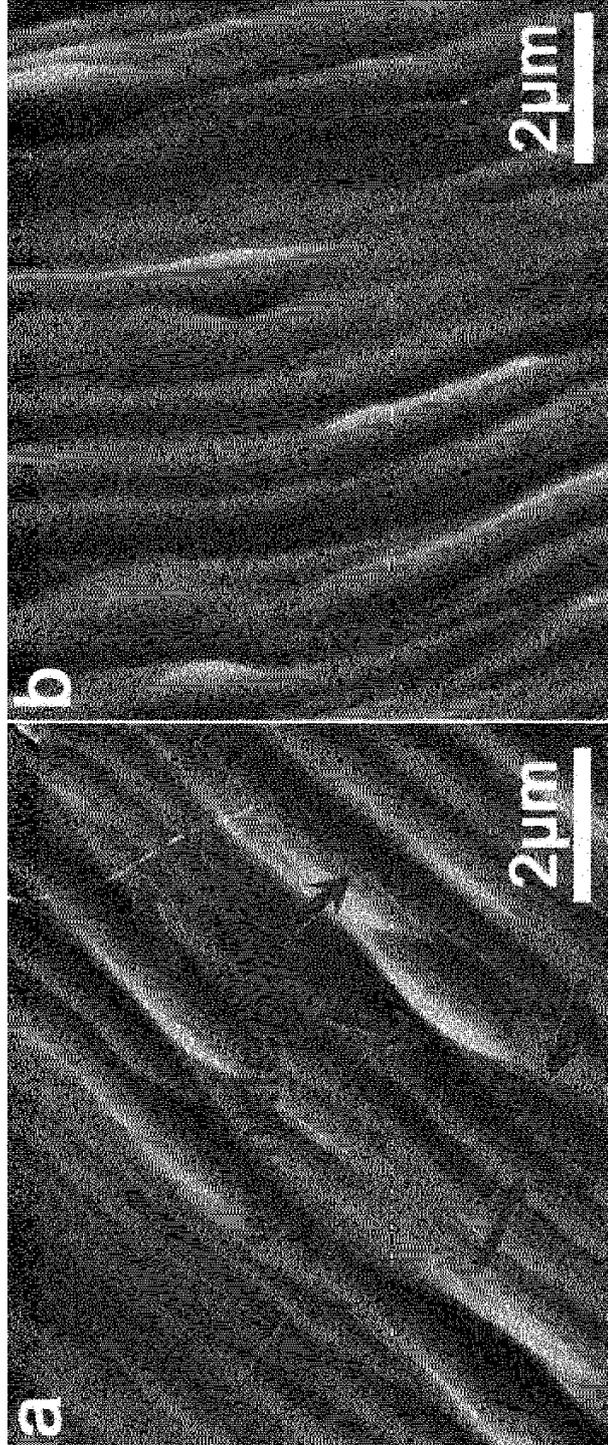


FIG. 5

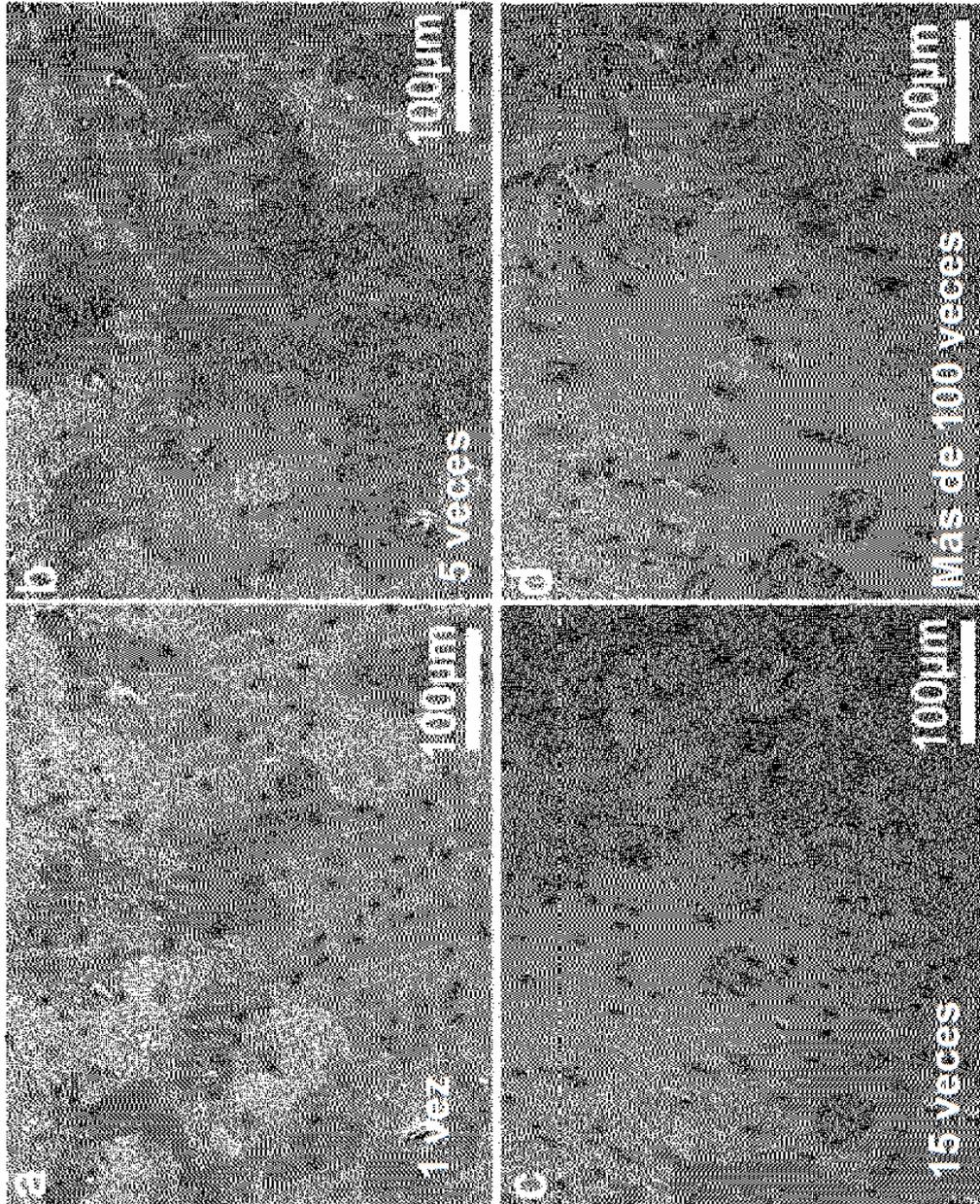


FIG. 6

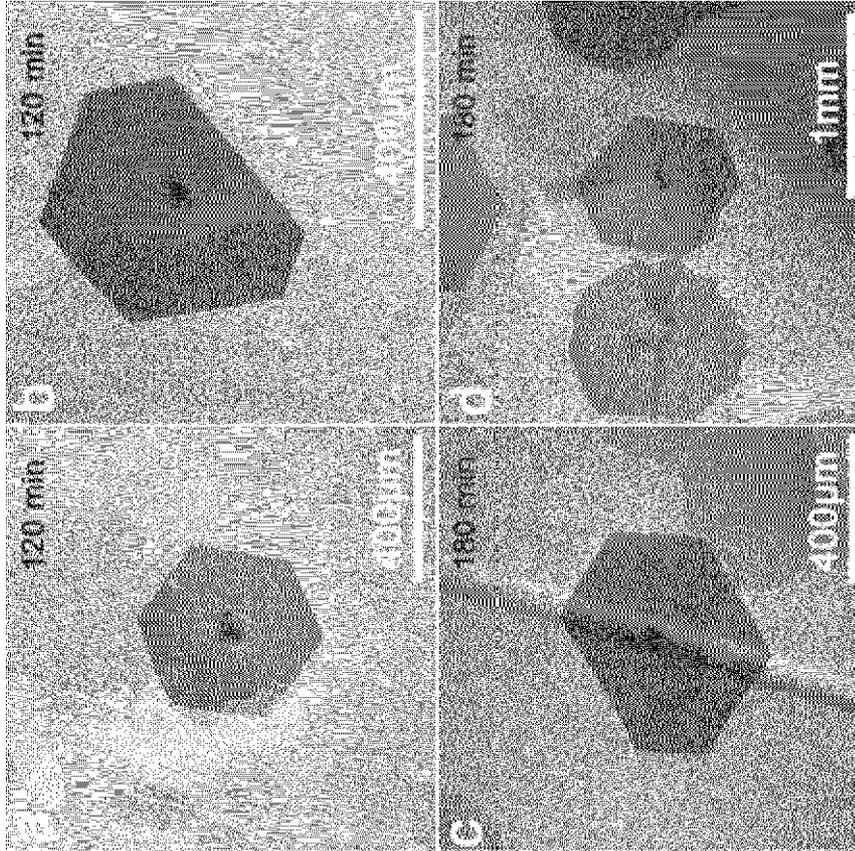


FIG. 7