

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 782**

51 Int. Cl.:

B81C 1/00 (2006.01)

B05D 1/28 (2006.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

B82Y 40/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.04.2008 PCT/EP2008/002891**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.10.0008 WO08125302**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.04.2008 E 08735184 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.05.2017 EP 2144711**

54 Título: **Procedimiento para transferir una nanocapa**

30 Prioridad:

11.04.2007 DE 102007016995

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

14.08.2017

73 Titular/es:

**CNM TECHNOLOGIES GMBH (100.0%)
Herforder Strasse 155 A
33609 Bielefeld, DE**

72 Inventor/es:

**GÖLZHÄUSER, ARMIN;
NOTTBOHM, CHRISTOPH y
BEYER, ANDRÉ**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 629 782 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

Procedimiento para transferir una nanocapa

5 **1. Campo técnico**

La invención se refiere a un procedimiento para transferir una nanocapa desde un primer sustrato a un segundo sustrato así como a un sustrato de MET (microscopía electrónica de transmisión) cubierto con una nanocapa con este procedimiento.

10

2. Estado de la técnica

La producción y el uso de objetos con dimensiones en el intervalo nanométrico son la finalidad de la nanotecnología. Se conocen, por ejemplo, nanoesferas, nanoalambres o incluso los denominados «nanotubos», que se elaboran a partir de carbono. Los últimos son un ejemplo de que los objetos de la nanotecnología pueden presentar dimensiones absolutamente macroscópicas en una dimensión, mientras que están limitados a extensiones en el intervalo nanométrico en una o varias de otras direcciones espaciales.

15

20

Otro ejemplo técnicamente importante son las nanocapas. En lo sucesivo, entre ellas se entiende una capa de cualquier material que presenta dimensiones macroscópicas en dos direcciones espaciales, es decir, en el intervalo micrométrico o superior, mientras que el grosor de la capa está limitado como máximo a 10 nm. A este respecto, la nanocapa no tiene estar conformada homogéneamente, sino que puede estar estructurada, por ejemplo, con orificios, líneas o similares.

25

Se conocen en sí desde hace tiempo posibilidades para preparar tales nanocapas, por ejemplo, con ayuda de la conocida técnica de Langmuir-Blodgett. Otra fórmula son monocapas autoagregantes a partir de moléculas orgánicas muy ordenadas que están quimiosorbidas sobre una superficie de sustrato. La preparación de tales capas se describe, por ejemplo, en el documento DE 199 45 935 A1. Aparte de eso, también se pueden preparar nanocapas de capas de grafito monoatómicas que se generan, por ejemplo, por pirólisis, cf., por ejemplo, Berger C. *et al.*, Science 312, 1191 (2006), Rolling E, Gweon GH, Zhou SY, *et al.*, Journal of Physics and Chemistry of Solids 67, 2172 (2006) así como Hass *et al.* en Appl. Phys. Lett. 89, 143106 (2006)

30

35

Sin embargo, todas estas capas solo adquieren importancia técnica cuando se logra que sean manipulables de manera sencilla, es decir, transferir la capa fundamentalmente sin destruirla desde una base (sustrato) a otra base. En la publicación «Freestanding Nanosheets from Crosslinked Biphenyl Self-Assembled Monolayers» en Adv. Mater. 2005, vol. 17, págs. 2583-2587 se describe un procedimiento en el que la nanocapa puede liberarse por separación del enlace al sustrato o por disolución del sustrato. No obstante, con ello no se posibilita aún ninguna transferencia controlada sobre otro sustrato. Además, por la publicación de Meitl. *et al.* en Nature Materials, vol. 5, 2006, págs. 32 se conoce un procedimiento con el que, entre otras cosas, pueden transferirse capas finas desde un sustrato a otro con ayuda de un sello de polidimetilsiloxano. Puesto que la adhesión entre el sello y el sustrato se determina fundamentalmente por la velocidad a la que se mueve el sello relativamente al sustrato, este procedimiento solo se puede ajustar técnicamente hasta cierto punto.

40

45

La solicitud PCT WO 2005 / 033 189 A1 revela un procedimiento para aplicar una película fina estructurada sobre un sustrato, comprendiendo el procedimiento las etapas: tratar un sustrato con un plasma; aplicar una sustancia de recubrimiento líquida que comprende uno o varios compuestos que se seleccionan del grupos de los polímeros de organopolisiloxano, oligómeros de organopolisiloxano, resinas de siloxano y polisilanos, sobre la superficie del sustrato por una técnica de impresión litográfica blanda, preferentemente una impresión de microcontacto, para formar una película estructurada sobre la superficie del sustrato. En caso necesario, puede eliminarse la sustancia de recubrimiento residual de la superficie del sustrato. El proceso no exige que la sustancia de recubrimiento líquida pase por una etapa de curado, como se exige, por ejemplo, en la técnica de microlitografía de transferencia de calcomanía (*decal transfer microlithography*). Pueden usarse formas adecuadas del tratamiento de plasma antes de la impresión para activar el sustrato.

50

55

Por eso, la presente invención se basa en el problema de indicar un procedimiento con el que pueda transferirse de manera sencilla una nanocapa desde un primer sustrato a un segundo sustrato.

3. Resumen de la invención

60

Este problema se resuelve de acuerdo con un aspecto de la presente invención mediante un procedimiento con las características según la reivindicación 1. El procedimiento presenta las siguientes etapas:

a. aplicación de un medio de transferencia sobre la nanocapa, transformándose el medio de transferencia, en esta etapa o después, de una fase líquida o gaseosa a una fase sólida;

65

b. desprendimiento del medio de transferencia y de la nanocapa del primer sustrato; y

- c. aplicación del medio de transferencia y de la nanocapa sobre el segundo sustrato; y
- d. eliminación del medio de transferencia.

5 Por lo tanto, al contrario que en el estado de la técnica anteriormente explicado, se usa la transición de fases de un medio de transferencia para el manejo de la nanocapa. Tras la transición a la fase sólida, el medio de transferencia es preferentemente estable con respecto a las otras etapas de proceso, pero puede disolverse en sí en otra etapa de proceso o eliminarse de la nanocapa de otra manera. Para esto, el medio de transferencia puede comprender, por ejemplo, una sustancia fotorresistente.

10 La etapa b. en el procedimiento indicado puede comprender la disolución de una capa sacrificial dispuesta entre el primer sustrato y la nanocapa. En el caso de la capa sacrificial, puede tratarse de cualquier capa que pueda retirarse por procedimientos químicos o físicos adecuados y que posibilite con ello el desprendimiento de la nanocapa del primer sustrato. Sin embargo, en principio también son concebibles otras maneras de proceder para retirar el enlace entre el primer sustrato y la nanocapa.

15 En un ejemplo de realización, el medio de transferencia desprendido en la etapa b. y la nanocapa, antes de la aplicación sobre el segundo sustrato, se sumergen en un líquido, especialmente agua, flotando el medio de transferencia y la nanocapa preferentemente sobre la superficie del líquido. El segundo sustrato se sumerge preferentemente en el líquido en la etapa c., de manera que el medio de transferencia y la nanocapa pueden depositarse encima. No obstante, el medio de transferencia y la nanocapa también pueden aplicarse primero sobre un sustrato intermedio en un primer líquido y a continuación volver a desprenderse del sustrato intermedio en un segundo líquido.

20 El procedimiento descrito adquiere importancia especial en la preparación de sustratos para la microscopía electrónica de transmisión (MET). Para esto, resulta ventajoso si el segundo sustrato es especialmente una rejilla de MET sobre la que está dispuesta la nanocapa con el procedimiento explicado. Una tal rejilla de MET presenta entonces un gran número de nanomembranas que aseguran un alto grado de contraste durante la microscopía electrónica de transmisión de objetos dispuestos encima.

30 **4. Breve descripción de los dibujos**

En la siguiente descripción detallada se explican con más detalle ejemplos de realización de la presente invención con referencia a las Figuras adjuntas. Estas Figuras muestran:

35 Fig. 1: una representación esquemática de un ejemplo de realización del procedimiento de acuerdo con la invención;

40 Fig. 2: una toma de MET de un ejemplo de realización de una rejilla de MET de acuerdo con la presente invención; y

Fig. 3: una representación esquemática de un dispositivo para la realización en su mayor parte automatizada de un ejemplo de realización de la invención.

45 **5. Descripción detallada de ejemplos de realización preferentes**

Primero, se explica en general mediante la Figura 1 una realización de la presente invención, antes de explicar con más detalle realizaciones concretas con los Ejemplos 1 a 4. Con el procedimiento descrito puede desprenderse cualquier nanocapa de cualquier sustrato portador y transferirse a cualquier otra superficie.

50 Como puede reconocerse en la Fig. 1, el punto de partida del procedimiento explicado es una nanocapa 1 que está dispuesta sobre un sustrato 5. Entre el sustrato 5 y la nanocapa 1 se encuentra una capa intermedia que se disuelve en el transcurso del procedimiento y, por eso, se denomina capa sacrificial 10. Hay que considerar que la representación en la Fig. 1 es esquemática y que el grosor de la nanocapa está muy exagerado con respecto al grosor de las otras capas. Como ya se ha mencionado previamente, la nanocapa 1 puede disponerse sobre el sustrato 5 y la capa sacrificial 10 con una pluralidad de técnicas. Aparte de eso, es concebible que la nanocapa se haya estructurado de manera deseada por mecanizado fotolitográfico u otros métodos. Aparte de eso, es posible funcionalizar químicamente la nanocapa antes de iniciar la transferencia, por ejemplo, para aplicaciones biológicas posteriores.

60 En el caso del sustrato 5, puede tratarse de una superficie que es especialmente muy adecuada para la preparación de la nanocapa, por ejemplo, una superficie de Au, Ag, Si, Si₃N₄, SiO₂, Fe o incluso otros materiales de sustrato adecuados. No obstante, el estado inicial de la Fig. 1 también podría haberse conseguido por otras etapas de proceso anteriores.

65 En la primera etapa del procedimiento representado en la Fig. 1, el medio de transferencia 20 se aplica sobre el

sustrato portador 5 con la capa sacrificial 10 y la nanocapa 1. En el ejemplo de realización de la Fig. 1, el medio de transferencia 20 es primero líquido o gaseoso. Durante la disposición sobre la nanocapa 1 o inmediatamente después de esta etapa, se transforma a la fase sólida.

5 En la siguiente etapa, se disuelve la capa sacrificial 10, por ejemplo, por un disolvente adecuado u otra manera de proceder química o física. Con ello, la nanocapa 1 se separa del sustrato portador 5. La estabilidad mecánica de la nanocapa 1 se garantiza en este estado por el medio de transferencia 20. No obstante, es absolutamente posible aplicar no solo un único medio de transferencia 20 que garantice la estabilidad mecánica, sino varios o incluso un sistema de capa apropiado, por ejemplo, por ejemplo un agente adhesivo y después una capa de material especialmente estable (no representada en la Fig. 1).

También es posible prescindir de una capa sacrificial y provocar una separación de la nanocapa del sustrato portador por otro método. Así, por ejemplo, los enlaces químicos entre la nanocapa y el sustrato portador pueden romperse por un reactivo adecuado (por ejemplo, gaseoso).

15 En la siguiente etapa, el medio de transferencia 20 con la nanocapa 1 se transfiere al sustrato diana 30 (o un sustrato intermedio, no representado en la Fig. 1). Esta etapa de proceso se facilita o en general solo se posibilita por la estabilidad mecánica aumentada y el tamaño del medio de transferencia 20 con respecto a la transferencia de una nanocapa 1 pura. En la última etapa del ejemplo de realización de la Fig. 1, se elimina finalmente el medio de transferencia 20, por ejemplo, al disolverse.

En lo sucesivo se indican ejemplos concretos de nanocapas que se transfieren de un sustrato a otro con el procedimiento explicado.

25 **Ejemplo 1:**

Transferencia de un monoestrato reticulado de 4'-[(3-trimetoxisilil)propoxi]-[1,1'-bifenil]-4-carbonitrilo (en lo sucesivo, monoestrato (I)) sobre una rejilla de MET. Un tal monoestrato tiene ventajas significativas para la microscopía electrónica. El grosor de la capa está indicado por la longitud de los monómeros a partir de los que se forma el monoestrato. Por eso, en su mayor parte es homogéneo y asciende a aproximadamente 1,5 nm. Por el contrario, los sustratos de MET convencionales son considerablemente más gruesos, lo cual da como resultado un contraste de muestra menor en la imagen de MET. Sobre el monoestrato (I) puede llevarse a cabo nanolitografía química, cf. Biebricher A. *et al.*, Journal of Biotechnology 112, 97 (2004). Con ello, pueden unirse, por ejemplo, moléculas orgánicas en posiciones bien definidas sobre el monoestrato (I).

35 Para producir la rejilla de MET recubierta, el monoestrato (I) se prepara primero sobre un sustrato de silicio recubierto con nitruro de silicio. El silicio se usa en este ejemplo como sustrato portador; la capa de nitruro de silicio sirve como capa sacrificial y el monoestrato (I) es la nanocapa que va a transferirse. Como medio de transferencia se emplea una sustancia fotorresistente (por ejemplo, AR-P 3510 de la empresa All-resist GmbH, www.allresist.de). La sustancia protectora se recubre por centrifugación sobre el sustrato portador y se cura sobre una placa calentadora. Un tratamiento posterior con ácido fluorhídrico (48 %) disuelve la capa sacrificial, es decir, el nitruro de silicio. Con ello, la sustancia fotorresistente con el monoestrato (I) solo se encuentra aún suelta sobre el silicio. Por la retirada y reinmersión cuidadosas (preferentemente en agua), la sustancia fotorresistente se desprende del silicio y flota sobre la superficie del líquido. A continuación, se usa una rejilla de MET como sustrato diana y se sumerge en el agua con pinzas. La sustancia fotorresistente flotante se «pesca» con el sustrato diana. Como última etapa, el barniz fotosensible se disuelve en acetona (4.^a etapa).

50 En la Fig. 2 está mostrada una rejilla de MET (rejilla de Au de 1500 de malla) con monoestrato (I) tensado encima. La superficie transferible solo está limitada por el tamaño de la rejilla. Se reconoce que el monoestrato solo presenta defectos 200 en algunos lugares (que aparecen más oscuros en la imagen).

Por la transferencia descrita del monoestrato (I) a rejillas de MET estándar (por ejemplo, una rejilla Quantifoil de la empresa Quantifoil Micro Tools GmbH, www.quantifoil.com) pueden generarse de una vez más de 10 000 membranas sobre una rejilla de MET, que son suficientemente estables. El tamaño de las superficies de membrana individuales se puede variar de manera sencilla usando distintas rejillas de MET. Puesto que las rejillas de MET son relativamente económicas, con el procedimiento explicado se pueden producir de manera asequible sustratos de MET para un alto contraste de muestra.

60 En el uso de MET, tales rejillas de MET provistas de una nanocapa resultan ventajosas con respecto a rejillas de MET recubiertas con carbono tanto en cuanto a su estabilidad mecánica como a la capacidad de resistir a haces de electrones con energías de hasta 200 keV. Otra ventaja es el bajo contraste de fondo durante la microscopía electrónica de transmisión con alta resolución.

65 El procedimiento propuesto en el ejemplo 1 se puede adaptar con medios relativamente sencillos a una producción automatizada. Para esto, puede usarse, por ejemplo, el sistema representado esquemáticamente en la Fig. 3. A este respecto, se trata de un recipiente 100 resistente al ácido fluorhídrico con varias cámaras y afluencias y desagües

para agua y ácido fluorhídrico. La verdadera cámara de grabado 101 está dimensionada de manera que su superficie solo es ligeramente mayor que la del sustrato portador 105. Con eso, el lugar del barniz fotosensible flotante está suficientemente definido.

5 Todo el proceso de transferencia se puede llevar a cabo como sigue con esta estructura:

10 en la primera etapa se aplica la sustancia fotorresistente 120 como ya se ha explicado sobre el sustrato portador 105. En la segunda etapa, esta muestra, como se muestra en la Fig. 3, se introduce en el recipiente. Se incorpora el ácido fluorhídrico y con ello la capa sacrificial (no representada en la Fig. 3) se disuelve. Se evacúa el ácido fluorhídrico e inmediatamente después el recipiente se llena de agua. A este respecto, la sustancia fotorresistente se desprende del silicio y flota sobre la superficie del agua. Ahora puede eliminarse la muestra de silicio e introducirse el sustrato diana 130. Después de que el sustrato diana haya ocupado el mismo lugar que el sustrato portador (no representado en la Fig. 3), el agua puede volver a evacuarse. Para finalizar, debe disolverse el barniz fotosensible, por ejemplo, con acetona.

15

Ejemplo 2:

Transferencia de un monoestrato (I) estructurado sobre un sustrato de oro:

20 Pueden prepararse nanocapas de monoestratos autoagregantes (SAM, por sus siglas en inglés) de una pluralidad de sustratos. Para esto, debe conocerse una combinación apropiada de sustrato de SAM. El monoestrato puede usarse, por ejemplo, como sustancia protectora para el grabado químico húmedo o para la deposición de metales. Además, se pueden acoplar (bio)moléculas por «litografía química».

25 Sin embargo, para un sustrato dado no siempre está presente una molécula adecuada para generar monoestratos. Especialmente, se necesita mucho esfuerzo para obtener y caracterizar una nueva combinación de sustrato de SAM. Por regla general, para procesos litográficos es necesario además que el sustrato sea plano.

30 Sin embargo, con la transferencia de monoestratos de acuerdo con la invención es posible usar combinaciones de sustrato de SAM conocidas. La estructuración litográfica precedente puede realizarse sobre un sustrato plano. La transferencia puede realizarse tanto sobre superficies curvadas como sobre sustratos sobre los que en sí no puede formarse ningún SAM.

35 El ejemplo 2 se realiza como sigue: el monoestrato (I) se prepara sobre un sustrato de silicio recubierto con nitruro de silicio y se estructura con métodos fotolitográficos (deposición, exposición a la luz y revelación de la sustancia fotorresistente, tratamiento con plasma de oxígeno, disolución de la sustancia fotorresistente). Como alternativa, la estructuración también puede realizarse por litografía de electrones. Las etapas de proceso adicionales están descritas en el Ejemplo 1. Sin embargo, en lugar de una rejilla de MET se usa una superficie de oro como sustrato diana y se sumerge en el agua con pinzas. La sustancia fotorresistente flotante se «pesca» con el sustrato diana. Para finalizar, el barniz fotosensible se disuelve en acetona.

40

Con la manera de procedimiento de acuerdo con el segundo ejemplo puede prepararse un monoestrato (I) (estructurado) sobre sustratos de oro, lo cual no es posible sin el proceso de transferencia explicado.

45 Ejemplo 3:

Transferencia de un monoestrato de 1,1'-bifenil-4-tiol (en lo sucesivo, monoestrato (II)) a un sustrato de óxido de silicio

50 En este ejemplo, el monoestrato (II) se prepara primero sobre un sustrato de mica recubierta con oro. La mica sirve en este caso como sustrato portador, el oro sirve como capa sacrificial y el monoestrato (II) es la monocapa que va a transferirse. Como medio de transferencia se emplea una sustancia fotorresistente (por ejemplo, AR-P 3510 de la empresa All-resist GmbH, www.allresist.de). La sustancia protectora se recubre por centrifugación sobre el sustrato portador y se cura sobre una placa calentadora.

55

60 En la siguiente etapa, el sustrato de mica se retira por capas con cinta adhesiva (por ejemplo, cinta adhesiva Scotch, de la empresa 3M) pero, como alternativa, también puede disolverse en ácido fluorhídrico. A continuación, se elimina el oro (capa sacrificial) (por ejemplo, con una solución de yodo/yoduro de potasio o solución de cianuro de potasio), al permitir que la muestra flote sobre la solución de grabado. Con unas pinzas se puede sumergir ahora una muestra de óxido de silicio en la solución y, con ello, «pesca» el monoestrato (II) con la sustancia fotorresistente. Opcionalmente, el monoestrato (II) con la sustancia fotorresistente se puede «pesca» de la solución de grabado previamente con un sustrato auxiliar y sumergirse en agua, de manera que la transferencia al sustrato diana no tiene que suceder fuera de la solución de grabado. Para finalizar, también en este caso la sustancia fotorresistente se disuelve en acetona. La ventaja en este ejemplo también está en que el monoestrato (II) específico no puede prepararse sobre sustratos de óxido de silicio sin el procedimiento descrito.

65

Ejemplo 4:

Transferencia de grafeno (capa de grafito monoatómica) sobre portador de muestra de MET.

5 Se prepararon capas de grafeno silueteadas a partir de Geim *et. al.* (Meyer *et al.* Nature 2007 (446) 60)). Para esto, se selecciona una pieza adecuada de grafeno mediante controles ópticos y entonces se aplica encima un enrejado metálico mediante litografía de electrones. Después, se disuelve el sustrato, de manera que el enrejado metálico permanece con el grafeno. No obstante, la estructuración con litografía de haces de electrones y la aplicación posterior de metal resulta muy costoso en cuanto a la tecnología de procesos y especialmente no es factible para grandes superficies.

10 Con el método descrito en el Ejemplo 1 también se puede transferir grafeno por una gran superficie. Para esto, podría usarse como material de partida una capa de grafeno preparada por pirólisis sobre SiC. El SiC sirve en este caso simultáneamente como sustrato portador y capa sacrificial. Tras la aplicación del medio de transferencia (por ejemplo, una sustancia fotorresistente), el SiC se disuelve por grabado fotoelectroquímico en HF (véase M. Köhler, «Ätzverfahren für die Mikrotechnik», editorial WILEY-VCH, Weinheim, 1998, ISBN 3-527-28869-4, página 331). En este procedimiento de grabado son posibles tasas de grabado de hasta 1,7 $\mu\text{m/s}$. A continuación, el medio de transferencia con la nanocapa puede transferirse con ayuda de un sustrato intermedio (por ejemplo, Si) de la solución de grabado de HF a una superficie de agua. Las etapas adicionales se llevan a cabo de manera análoga al Ejemplo 1.

Ejemplo 5:

Preparación de sistemas nanoelectromecánicos (SNEM)

25 El monoestrato (I) también puede transferirse con el procedimiento descrito en el Ejemplo 1 sobre una estructura de SNEM correspondientemente prefabricada como elemento activo. Con ello, podría prepararse, por ejemplo, un sensor acústico o un nanomicrofono. La ventaja de este procedimiento consiste en la compatibilidad aumentada respecto a procedimientos existentes para la preparación de circuitos integrados. En la primera etapa, el chip portador de SNEM se prepara con los circuitos correspondientes. En la segunda etapa, se transfiere el monoestrato. A este respecto, no hay ningún requisito especial sobre la resistencia del chip portador de SNEM, por ejemplo, frente a ácidos, puesto que el chip está expuesto únicamente a agua durante la transferencia del monoestrato (I).

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para transferir una nanocapa (1) desde un primer sustrato (5, 105) a un segundo sustrato (30, 130), comprendiendo la nanocapa (1) un monoestrato autoagregante con unidades de fenilo reticuladas y/o una capa de grafito monoatómica (grafeno) y presentando el procedimiento las siguientes etapas:
- 10 a. aplicación de un medio de transferencia (20, 120) sobre la nanocapa (1), transformándose el medio de transferencia (20, 120), en esta etapa o después, de una fase líquida o gaseosa a una fase sólida;
- b. desprendimiento del medio de transferencia (20, 120) y de la nanocapa (1) desde el primer sustrato (5, 105);
- c. aplicación del medio de transferencia (20, 120) y de la nanocapa (1) sobre el segundo sustrato (30, 130); y
- d. eliminación del medio de transferencia (20, 120).
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, comprendiendo la etapa b. la disolución de una capa sacrificial (10) dispuesta entre el primer sustrato (5, 105) y la nanocapa.
3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, sumergiéndose el medio de transferencia (20, 120) desprendido en la etapa b. y la nanocapa (1), antes de la aplicación sobre el segundo sustrato (30, 130), en un líquido, especialmente agua.
- 20 4. Procedimiento según la reivindicación 3, en donde el medio de transferencia (20, 120) y la nanocapa (1) flotan sobre la superficie del líquido.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 o 4, sumergiéndose el segundo sustrato (30, 130) en el líquido en la etapa c., de manera que el medio de transferencia (20, 120) y la nanocapa (1) pueden depositarse encima.
- 25 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, eliminándose por disolución el medio de transferencia (20, 120) en la etapa d.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el medio de transferencia una sustancia fotorresistente (20, 120).
- 30 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, estructurándose la nanocapa (1) antes de la etapa a., especialmente por procedimientos fotolitográficos o de litografía de electrones.
- 35 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, que presenta además las etapas de la aplicación del medio de transferencia (20, 120) y de la nanocapa (1) sobre un sustrato intermedio en un primer líquido y el desprendimiento del medio de transferencia (20, 120) del sustrato intermedio en un segundo líquido.
- 40 10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la nanocapa un monoestrato autoagregante con unidades de bifenilo o terfenilo reticuladas.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo la nanocapa (1) una capa de grafito monoatómica (grafeno) que se genera por pirólisis.
- 45 12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, siendo el segundo sustrato (30, 130) un sustrato para la microscopía electrónica de transmisión (MET), especialmente una rejilla de MET.
13. Sustrato de MET (30, 130), especialmente rejilla de MET, con una nanocapa dispuesta encima, preparado según el procedimiento según la reivindicación 12.
- 50 14. Sistema nanoelectromecánico, especialmente sensor acústico, con una nanomembrana preparada con un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11.
- 55 15. Cubierta de aberturas moldeadas arbitrariamente, con una nanomembrana preparada con un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores 1 a 11.

Fig. 1

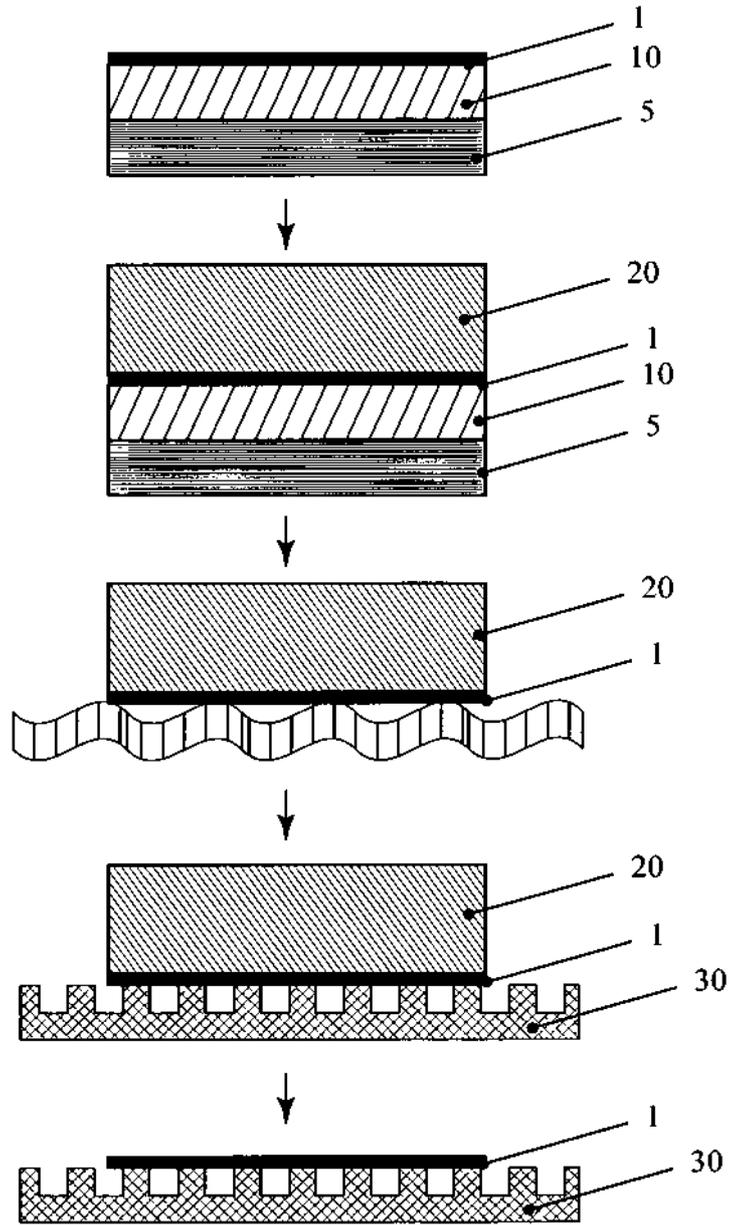


Fig. 2

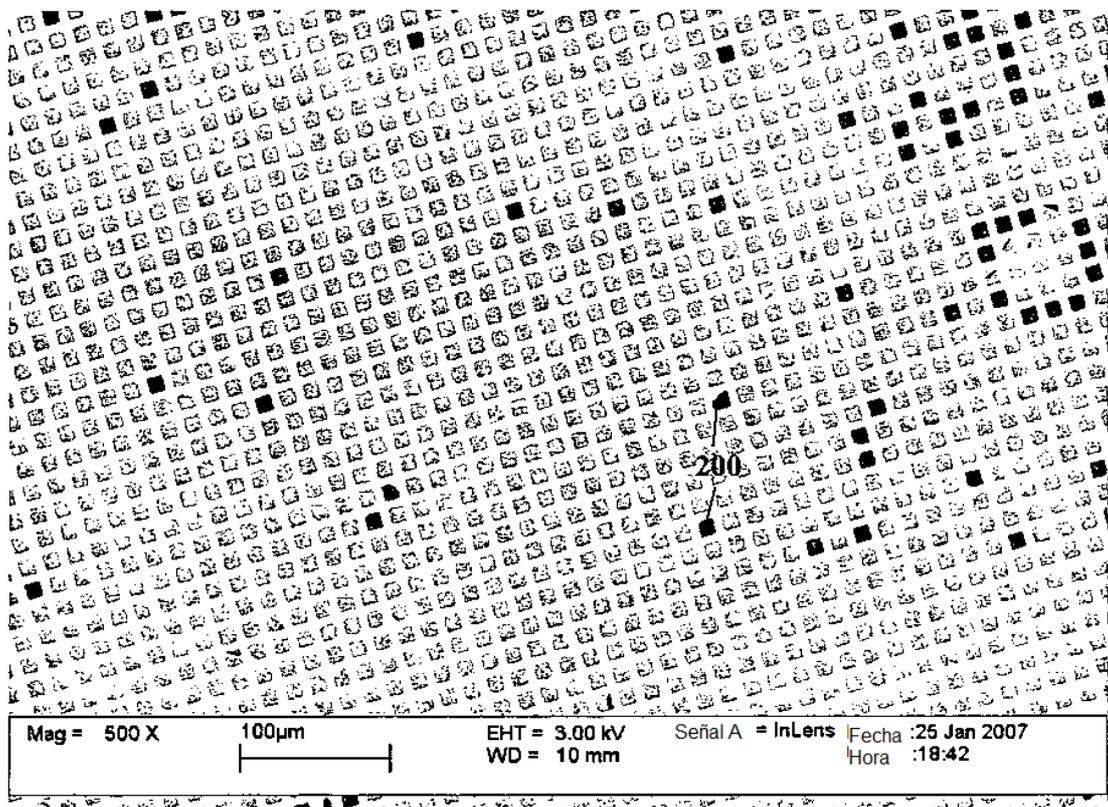


Fig. 3

