

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 664 346**

51 Int. Cl.:

G03F 7/00	(2006.01)
B01D 67/00	(2006.01)
B01D 69/12	(2006.01)
B01D 71/02	(2006.01)
B01D 71/12	(2006.01)
B01D 71/48	(2006.01)
B01D 69/02	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.06.2015 PCT/EP2015/063842**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193486**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2015 E 15729859 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 3158397**

54 Título: **Procedimiento de formación de un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible**

30 Prioridad:

20.06.2014 EP 14382240

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.04.2018

73 Titular/es:

**FUNDACIÓ INSTITUT CATALÀ DE NANOCIÈNCIA I NANOTECNOLOGIA (50.0%)
Campus de la UAB- Edificio ICN2
08193 Bellaterra (Barcelona), ES y
INSTITUCIÓ CATALANA DE RECERCA I ESTUDIS AVANÇATS (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MAYORGA MARTÍNEZ, CARMEN CLOTILDE;
BAPTISTA PIRES, LUIS MIGUEL y
MERKOÇI HYKA, ARBEN**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 664 346 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 de formación de un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento de formación de un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible adecuado, y a un aparato que comprende un dispositivo electrónico realizado con este procedimiento. Tal dispositivo puede ser, por ejemplo, un electrodo o un conjunto de electrodos o, de forma más general, una plataforma electrónica.
- 10 Los dispositivos de este tipo se pueden utilizar en la fabricación de células solares, de diodos emisores de luz (LEDs), transistores de efecto campo (FET), supercondensadores, biosensores, etc. Un material interesante para este tipo de dispositivos es el óxido de grafeno (GO), oxidado (oGO) o reducido (rGO), pero otros materiales pueden ser utilizados, como por ejemplo, nanopartículas de oro, nanotubos de carbono, nanocristales semiconductores de CdSe o CdTe, o incluso materiales compuestos. El desarrollo de plataformas basadas en óxido de grafeno oxidado
- 15 (oGO) ha recibido impulso de técnicas de recubrimiento por centrifugación ('spin coating'), auto-ensamblaje, filtración por vacío o intercambio de disolvente, y se puede modelar utilizando técnicas de nanolitografía, técnicas de microcontacto o tecnología de inyección de tinta. Estos procedimientos implican largos periodos de fabricación, costes elevados, gran experiencia y el uso de instalaciones de sala blanca. Además, dichos procedimientos no son versátiles y efectivos en el diseño de dispositivos simples como transistores o condensadores.
- 20 WO2007035838A2 describe un procedimiento de baja temperatura para producir patrones o modelos micrométricos en películas mediante un proceso de filtrado que incluye el bloqueo de una membrana, en el cual, antes del proceso de formación de la película, se bloquean zonas seleccionadas de la membrana porosa de filtrado, de manera que las zonas seleccionadas no proporcionan suficiente flujo poroso para que una solución las atraviese. La membrana se
- 25 disuelve con acetona para dejar la película modelada sobre un sustrato rígido. Eda et al. describen, en "Large-area ultrathin films of reduced graphene oxide as a transparent and flexible electronic material", Nature Nanotechnology 3, 25 270-274 (2008), un procedimiento basado en disoluciones que permite una deposición uniforme y controlable de óxido de grafeno reducido sobre grandes áreas. La filtración por vacío implica la filtración de una suspensión de GO a través de una membrana comercial de éster de nitrocelulosa (NCM) con un tamaño medio de poro de 25 nm. A
- 30 medida que la suspensión se filtra a través de la membrana, el líquido es capaz de pasar a través de los poros pero las láminas de GO se quedan bloqueadas en la membrana. El GO presente en la membrana puede ser transferido mediante la colocación de la membrana con el lado de la película hacia abajo y disolviendo la membrana con acetona, dejando una película fina de GO.
- 35 Cambiando de tema, Lu et al. describen, en "Fabrication and characterization of paper-based microfluidics prepared in nitrocellulose membrane by wax printing ", Analytical Chemistry 82, 329-335 (2010), un proceso de modelado en cera que forma regiones hidrófobas en la membrana.

La presente descripción enseña modos de modelar y transferir oGO, y otros materiales electrónicos adecuados, sobre un sustrato flexible, que combina, supera y simplifica las tecnologías indicadas.

La presente divulgación contempla un procedimiento de formación de un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible, que comprende las etapas de:

- imprimir una máscara hidrófoba sobre una membrana porosa para formar un patrón o modelo sobre la misma que
- 45 es complementario a un patrón o modelo deseado;
- filtrar una suspensión acuosa de un material electrónico a través de la zona no impresa de la membrana porosa, por lo que una parte del material electrónico se deposita sobre la zona no impresa siguiendo el modelo deseado;
- prensar el sustrato flexible contra la cara impresa de la membrana con el fin de transferir el material electrónico modelado depositado sobre la membrana porosa al sustrato flexible para formar el dispositivo electrónico en el
- 50 mismo.

La etapa de prensado proporciona un sustrato flexible de bajo coste con un patrón o modelo de un material electrónico (por ejemplo, óxido de grafeno –GO) en la superficie del mismo, formando por tanto un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible.

- 55 Se puede prescindir del disolvente de acetona porque la fuerza de prensado puede ser lo bastante intensa para ser aplicada con éxito entre el material electrónico (por ejemplo una malla de GO) y el sustrato flexible de destino. Esto significa que la presión ha de ser suficiente para rebasar la máscara hidrofóbica (que puede tener una altura de unas 25 micras en el caso de impresión de cera) y conseguir un contacto directo entre la malla de GO y el sustrato de
- 60 destino. La transferencia del material electrónico al sustrato de destino se puede efectuar por medio de, por ejemplo, una presión vertical o un procedimiento rollo a rollo. Los fenómenos de transferencia están relacionados con la cualidad hidrofóbica de la membrana porosa y con la humedad del GO, lo que hace que una NCM sea una buena

membrana de cara a liberar fácilmente el GO. En algunos experimentos, la transferencia siguió siendo totalmente efectiva después de un mes a base de simplemente re-humedecer la NCM.

5 El procedimiento explota la versatilidad de la técnica de filtración por vacío, la posibilidad de modificar la membrana porosa con la impresión de una máscara, y la debilidad de las interacciones de van der Waals entre el material electrónico y la membrana (las interacciones de Van der Waals son más fuertes entre el material electrónico y el sustrato flexible) para crear un proceso de impresión sencillo para la fabricación industrial de dispositivos electrónicos (posiblemente transparente, ver más abajo), por ejemplo matrices multielectrodo, y lograr una sinergia entre las tres tecnologías.

10 Esta tecnología de impresión de electrodos es ventajosa con respecto a los procedimientos conocidos de fabricación en términos de facilidad, coste y aplicaciones. Por ejemplo, no necesita el uso de salas blancas ni de acetona como disolvente. En cuanto a las aplicaciones, prepara el camino para la fabricación industrial de bajo coste de sensores, biosensores y arquitecturas 3D.

15 El dispositivo electrónico modelado no tiene porqué ser un conductor eléctrico. Por ejemplo, el oGO no es conductor, pero su forma reducida, rGO, es conductor. Una estructura electrónica hecha de oGO se puede utilizar como un aislante o un semiconductor; y dopado, pero no reducido, el oGO se puede utilizar como un LED.

20 Como ya se ha mencionado anteriormente, la membrana porosa puede estar hecha de nitrocelulosa, pero también se pueden utilizar otros materiales, como PTFE, papel, etc.

25 Dependiendo de los materiales electrónicos y del material de la membrana, el tamaño del poro puede ser de entre 0,01 μm y 0,3 μm , de forma más precisa entre 0,015 μm y 0,1 μm , y preferiblemente entre 0,02 μm y 0,03 μm , en el caso del óxido de grafeno.

Como se mencionó anteriormente, el material de impresión de la máscara hidrofóbica puede ser cera, pero también se pueden utilizar otros polímeros hidrofóbicos de uso común en tecnologías de inyección de tinta y de serigrafía.

30 El sustrato flexible puede ser orgánico, por ejemplo tereftalato de polietileno (PET).

En un ejemplo, la etapa de transferencia se puede efectuar con una prensa, ejerciendo una fuerza de, por ejemplo, entre 500 kg y 700 kg. La prensa puede actuar a través de un martillo de estampa al que se haya adherido el sustrato flexible.

35 En un ejemplo, el sustrato flexible puede ser una lámina, por ejemplo, una lámina continua y la etapa de transferencia se puede efectuar con un equipo rollo a rollo ('roll-to-roll' o R2R), en cuyo caso la impresora para imprimir la máscara hidrofóbica se puede integrar en el equipo de R2R.

40 El procedimiento permite una gran versatilidad y, por ejemplo, el dispositivo electrónico puede ser un electrodo interdigitado, circular o de cualquier otra forma, o una colección ('microarray') de microelectrodos.

45 El dispositivo electrónico puede ser transparente o translúcido. Por ejemplo, en el caso del óxido de grafeno, una disminución en la concentración de rGO genera una ganancia en transparencia porque la transparencia es inversamente proporcional al número de capas que se han transferido, es decir, si se filtra una concentración superior de GO, se produce un mayor número de capas y una mayor altura vertical, con el resultado de una menor transparencia. Así, mediante el control del número de capas transferido, el grosor, y por tanto la transparencia de dispositivo electrónico, también se puede ser controlar.

50 La presente descripción también contempla un aparato que comprende un dispositivo electrónico hecho con el procedimiento descrito anteriormente.

A continuación, a modo de ejemplo no limitativo, se describirán algunas realizaciones de la presente divulgación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 la figura 1 muestra esquemáticamente algunas etapas de un procedimiento de formación de un dispositivo electrónico impreso sobre un sustrato flexible;

la figura 2 muestra esquemáticamente una etapa de impresión; y

las figuras 3 a 6 muestran ejemplos de dispositivos electrónicos modelados.

60

Con referencia a la figura 1, la fig. 1a representa una membrana porosa 10, por ejemplo, un membrana de nitrocelulosa hidrofílica (NCM) con un tamaño de poro de aproximadamente 25 nm. La fig. 1b muestra una máscara hidrofóbica 12 impresa en la membrana porosa, por ejemplo una máscara de cera impresa (WPM) con una altura de

aproximadamente 25 µm. La máscara 12 sigue un patrón o modelo que es complementario al patrón o modelo deseado para un dispositivo o estructura electrónica 20 (véanse las figuras 1b y 1e), y deja unas aberturas correspondientes 11 que alcanzan la superficie de la membrana 10.

5 La figura 1c muestra un material electrónico 22 depositado en la zona no impresa de la membrana porosa 10, es decir, en las aberturas 11 dejadas por la máscara 12, como consecuencia de la filtración por vacío de una suspensión, por ejemplo, una suspensión acuosa, del material electrónico, por ejemplo óxido de grafeno no conductor (oGO), a través de la membrana porosa. Es decir, el líquido, por ejemplo agua, es filtrado a través de la membrana 10 y el material electrónico 22 se deposita en las aberturas 11 (cabe recordar que la máscara impresa 12 es hidrofóbica) y en la zona no impresa de la membrana porosa. Dado que la máscara impresa 12 sigue un modelo que es complementario al modelo deseado para el dispositivo electrónico, el material electrónico depositado 22 sigue el modelo deseado.

15 La figura 1d muestra el conjunto de la membrana porosa 10, la máscara impresa 12 y el material electrónico 22, al que se ha dado la vuelta para ser presionado por una prensa de estampar 50 (por ejemplo, un martillo de estampa de PDMS) contra un sustrato flexible 30, por ejemplo PET, ejerciendo una fuerza de por ejemplo 600 kg. La cara del conjunto que está en contacto con el sustrato 30 es la cara con la máscara impresa 12 y el material electrónico 22 depositado en las aberturas 11 dejadas por dicha máscara.

20 La figura 1e muestra el material electrónico transformado en un dispositivo electrónico 20 transferido al sustrato flexible 30 en virtud de la presión ejercida por la estampa 50, debido a que las interacciones de van der Waals son más débiles entre el material electrónico 22 y la membrana porosa 10 que entre el material electrónico 22 y el sustrato flexible 30 (véase la fig. 1e).

25 La figura 2 muestra el proceso de impresión de máscaras de cera 12 con la ayuda de un ordenador y una impresora (por ejemplo, una impresora Xerox ColourQube 8570). Las máscaras pueden ser diseñadas por ordenador y estos diseños pueden ser impresos en cera en hojas de nitrocelulosa 10. Las aberturas 11 definen el modelo deseado para el electrodo (las aberturas son el complemento o "negativo" de la máscara).

30 La figura 3a muestra un ejemplo de una máscara 121 impresa en una membrana porosa 101, en la que deja algunas aberturas 111 y la figura 3b muestra un dispositivo electrónico 201 que coincide con las aberturas 111 y por tanto es complementario a la máscara 121, el cual ha sido transferido a un sustrato flexible 301. Éste es un ejemplo de electrodos cuadrados que forman el dispositivo electrónico 201.

35 La figura 4a muestra un ejemplo de una máscara 122 impresa en una membrana porosa 102, en la que deja algunas aberturas 112, y la figura 4b muestra un dispositivo electrónico 202 que coincide con las aberturas 112 y por tanto es complementario a la máscara 122, el cual ha sido transferido a un sustrato flexible 302. Éste es un ejemplo de electrodos interdigitados que forman el dispositivo electrónico 202.

40 La figura 5b muestra un ejemplo de un dispositivo electrónico 203 en un sustrato flexible 303 y la figura 5a muestra un par de electrodos correspondientes en mayor detalle. Éste es un ejemplo de electrodos interdigitados circulares que forman el dispositivo electrónico 203.

45 La figura 6b muestra un ejemplo de un dispositivo electrónico 204 en un sustrato flexible 304 y la figura 6a muestra un par de electrodos correspondientes en mayor detalle. Este es un ejemplo de una microformación de electrodos que forma el dispositivo electrónico 204.

Naturalmente, los materiales pueden variar de un ejemplo a otro, puede ser el mismo para algunos elementos y diferente para los otros, o puede ser siempre el mismo para elementos análogos. Y puede haber cualquier número 50 adecuado de electrodos (o componentes electrónicos) formados sobre el sustrato flexible, o incluso diferentes electrodos o componentes en el mismo sustrato.

En cuanto al procedimiento de formación de, por ejemplo, una estructura, oGO en un, por ejemplo, sustrato orgánico, la NCM se imprime primero con la forma deseada utilizando, por ejemplo, una impresora de cera (fig. 2). 55 Las áreas que hay que imprimir son delimitadas por un esquema binario de codificación por colores. Las áreas coloreadas, a las que se asigna un valor positivo (ó 1, en el lenguaje de programación binario), se destinan a la impresión con cera (ver ref. 12 en la fig. 1b), mientras que las zonas sin colorear, a las que se asigna un valor negativo (ó 0), se dejan sin imprimir para servir posteriormente como filtros (aberturas 11). Una suspensión acuosa de oGO se vierte sobre la máscara y entonces se filtra a través de estas áreas no cubiertas 11.

60 El WPM se coloca en un vaso de filtrado y se filtra la suspensión de oGO (a una concentración deseada), dejando una malla de oGO en la parte superior del WPM (Fig. 1c). En trabajos relacionados, otros grupos han informado de que la concentración y el volumen de la suspensión de oGO influyen decisivamente en la velocidad de filtrado. Sin

embargo, en este caso una reducción en el área de filtrado dió lugar a una fuerte disminución de la la presión y, en consecuencia, a un filtrado mucho más lento. Por consiguiente, se decidió eliminar el oGO no filtrado.

El WPM cubierto con oGO 22 se coloca sobre el sustrato 30 y el conjunto se somete a una presión vertical (fig. 1d), la cual deja un dispositivo o estructura modelada de oGO 20 (por ejemplo unos electrodos) en la superficie del sustrato (Fig. 1e). Se considera que la transferencia implica dos pasos relacionados entre sí: la expulsión del oGO de la WPM y la fijación del mismo a la superficie del sustrato. Los inventores consideran que la expulsión es debida a la presión de aire / humedad y a que la fijación se ve favorecida por las fuerzas de van der Waals, teniendo en cuenta que los valores en la interfaz oGO / NCM son más bajos que los de la interfaz oGO / sustrato.

Además, como prueba de concepto de una técnica que se considera particularmente adaptable a tecnologías especializadas, se utilizó una impresora de cera equipada con un sistema rollo a rollo (R2R) para transferir un modelo de oGO a un sustrato de PET. La maquinaria R2R se puede utilizar para alimentar la impresora con láminas de sustrato y para la impresión de cera, y debe aplicar suficiente presión para transferir el oGO. Este procedimiento ofrece un gran potencial para la impresión rápida y sencilla de esta clase de dispositivos con oGO a escala industrial.

Se midió la altura lateral de los WPMS y se evaluó su estabilidad a largo plazo. La dirección de la impresión de cera (horizontal o vertical) también era un parámetro importante a evaluar, ya que afecta a la resolución y a la forma de los bordes de las líneas. Se obtuvo la mejor resolución cuando la línea se imprimió verticalmente, ya que no dió lugar a ninguna curva sistemática en el borde. Se evaluaron diferentes formas de máscara de cera. Todas las máscaras mostradas (Figs. 3a y 4a), o implícitas (Figs. 5 y 6), en las figuras exhiben diseños aceptables en un intervalo de 200 a 300 micras, lo cual es consistente con los valores bibliográficos para la impresión en papel o NCM. El corte transversal del WPM muestra una altura media de alrededor de 25 micras. El cambio en la difusión lateral de la cera en todo el WPM a temperatura ambiente se estudió durante 5 meses y no se observó ninguna deformación o propagación significativa. Por lo tanto, se llegó a la conclusión de que estos WPMS son estables a largo plazo.

El procedimiento de impresión de cera se ha utilizado para crear diversas máscaras para la impresión de dispositivos o plataformas oGO (figuras 3 a 6). En el procedimiento general, primero se coloca una WPM en el vaso de filtrado y entonces se filtran 5 ml de una suspensión acuosa de oGO (0,1 mg / ml) a través de la WPM durante 5 min. Se elimina la solución de oGO no filtrada (que más adelante puede ser reutilizada), dejando una malla de oGO 22 en la parte superior de la membrana 10, como se representa en la fig. 1c. La concentración, volumen y tiempo de filtrado de la suspensión de oGO dependen de la presión de filtrado y se pueden ajustar de acuerdo con los requisitos de la aplicación final deseada. Esta metodología es más rápida que los procedimientos divulgados anteriormente y además es controlable.

El óxido de grafeno reducido (rGO) es un conductor y se puede obtener por la reducción de correspondientes productos de oGO con vapor de hidracina.

El presente procedimiento WPM y la posterior reducción se pueden utilizar para modelar diversos tipos de dispositivos electrónicos, como electrodos interdigitados genéricos (IDEs, Fig 4), IDEs circulares (fig. 5), o sistemas de microelectrodos en multiformación adecuados para aplicaciones de multidetección (fig. 6).

En la fig. 3, se modelan cuatro cuadrados 201 de oGO sobre una película de PET 301 y, entonces, se reducen para hacerlos conductores. A continuación se pueden crear varios círculos de 300 micras de oGO y se pueden transferir a los cuadrados de rGO de la película, dejando patrones de oGO circulares para fabricar un sistema integrado cableado por impresión de chorro de tinta con tinta de plata. Esta arquitectura permite la conjugación de diversos nanomateriales y / o biomateriales en el dispositivo, y un mejor aprovechamiento de las propiedades del oGO. Imágenes SEM (Microscopio Electrónico de Barrido) de los dispositivos electrónicos (transparentes) muestran que la transferencia de oGO es eficiente y que los perfiles quedan bien definidos.

La respuesta en el EIS (espectroscopia de impedancia electroquímica) de los IDEs genéricos 202 de la fig. 4b depositados sobre diferentes sustratos flexibles 302 (por ejemplo, vidrio, PEN, PET, acetato de celulosa, película adhesiva de plástico, papel modificado con cera, etc) muestra un comportamiento interesante para aplicaciones en una miríada de campos, incluyendo biosensores y energía (por ejemplo células solares). Los resultados obtenidos abren la puerta a electrodos rGO flexibles, transparentes y diversamente funcionalizados. Las respuestas en el EIS del IDEs genérico impreso en diferentes materiales flexibles varían en su impedancia en la interfaz electrodo-electrolito (EEII), que se puede atribuir a las diferencias en la rugosidad de la superficie, la flexibilidad y la hidrofobicidad de los respectivos sustratos, ya que estos factores podrían haber influido en la morfología del oGO impreso. El PEN y el vidrio flexible presentan la EEII más baja, mientras que la película adhesiva de plástico y el acetato de celulosa ofrecen la más alta.

Sin embargo, el PET ofrece el mejor compromiso en términos de coste, transparencia y flexibilidad, y fue elegido para realizar nuevos estudios sobre la influencia de la concentración de oGO en el rendimiento del IDE (medido por EIS). Un aumento en la concentración de oGO se correlaciona con una disminución en EEII y, por tanto, con un incremento en la conductividad del rGO, en consonancia con la información de la literatura. Esta tendencia fue indirectamente confirmada mediante análisis con AFM (microscopía de fuerza atómica) sobre IDEs de vidrios análogos, ya que el PET, debido a su rugosidad, no es muy adecuado para mediciones nanométricas con AFM.

En resumen, la presente divulgación reporta un procedimiento nuevo, versátil y personalizable para modelar oGO sobre sustratos flexibles por medio de WPMs microescaladas y altamente estables. Estas máscaras permiten la impresión controlada de oGO en diversos perfiles interesantes para diferentes aplicaciones. La tecnología de impresión de oGO aquí presentada es ventajosa respecto a otros procedimientos reportados previamente para la fabricación de dispositivos basados en GO en términos de simplicidad, coste y potencial de aplicaciones finales: por ejemplo, no requiere el uso de una sala blanca. En última instancia, debería allanar el camino para obtener una fabricación industrial de bajo coste de una amplia gama de dispositivos basados en GO, como sensores y biosensores.

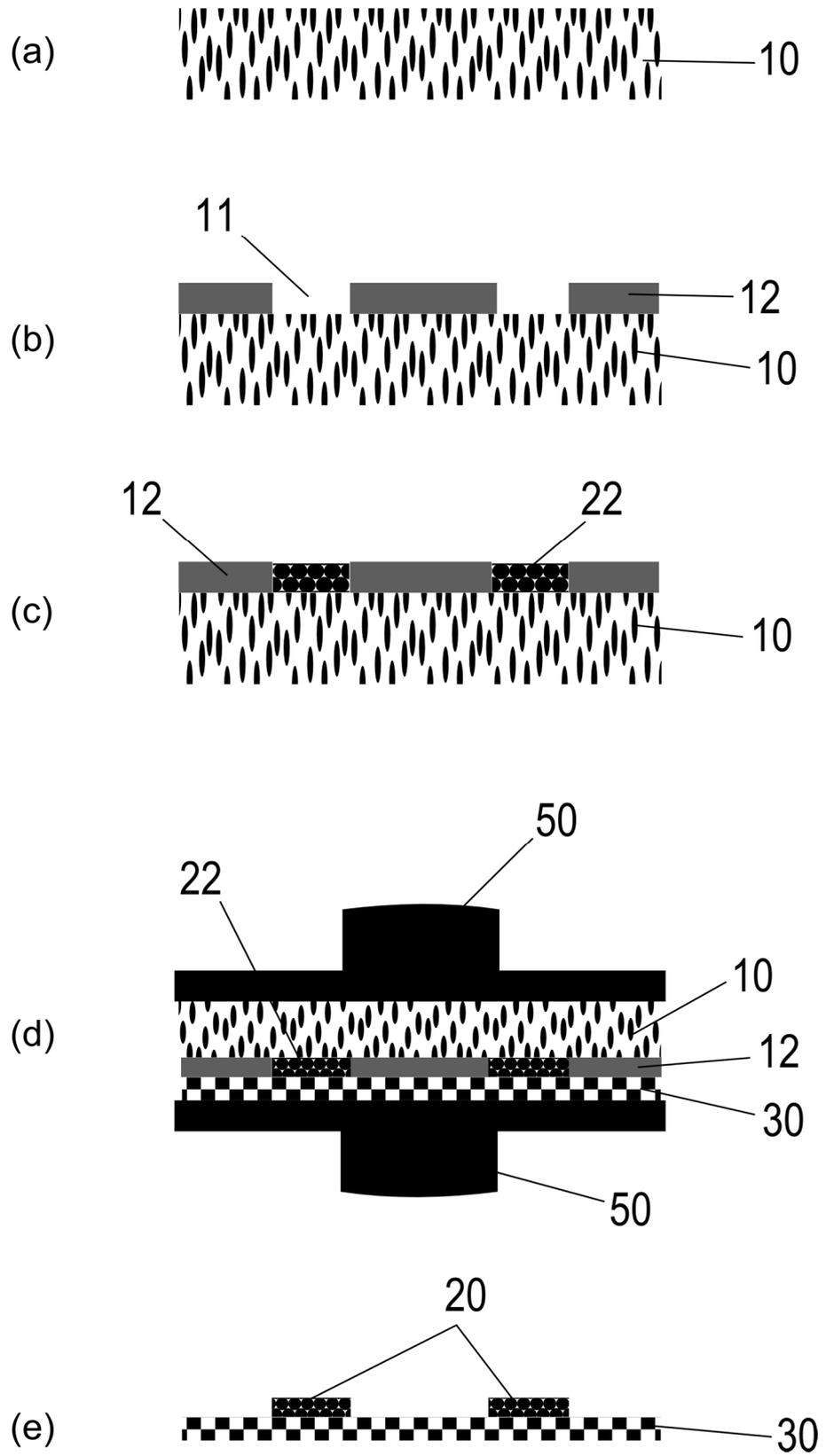
Aunque en la presente memoria sólo se han representado y descrito realizaciones particulares, el experto en la materia sabrá introducir modificaciones y sustituir unas características técnicas por otras equivalentes, dependiendo de los requisitos de cada caso, sin separarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, aunque los dispositivos electrónicos están representados en negro en los dibujos, también pueden ser transparentes o translúcidos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de formación de un dispositivo electrónico sobre un sustrato flexible, que comprende las etapas de:
- imprimir una máscara hidrofóbica sobre una membrana porosa para formar un modelo sobre la misma que es
5 complementario a un modelo deseado;
- filtrar una suspensión acuosa de un material electrónico a través de la zona no impresa de la membrana porosa, por lo que una parte del material electrónico se deposita sobre la zona no impresa siguiendo el modelo deseado;
- prensar el sustrato flexible contra la cara impresa de la membrana con el fin de transferir el material electrónico modelado depositado sobre la membrana porosa al sustrato flexible para formar el dispositivo electrónico sobre el
10 mismo;
de manera que el procedimiento se lleva a cabo sin usar disolvente de acetona.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el material electrónico es óxido de grafeno
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, en el que la membrana porosa es de nitrocelulosa, estando el tamaño de poro de la misma entre 0,01 micras y 0,3 micras.
4. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material de impresión de la máscara hidrofóbica es cera.
20
5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sustrato flexible es orgánico.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que el sustrato flexible es tereftalato de polietileno (PET).
25
7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la etapa de transferencia se efectúa con una prensa.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que la fuerza de la prensa está entre 500 kg y 700 kg.
30
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la prensa actúa a través de un martillo de estampa al que se adhiere el sustrato flexible.
10. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el sustrato flexible es una
35 lámina.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, en el que la etapa de transferencia se lleva a cabo con un equipo de procesamiento rollo a rollo.
- 40 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la impresora para imprimir la máscara hidrofóbica está integrada en el equipo de procesamiento rollo a rollo.
13. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo electrónico es un electrodo interdigitado.
45
14. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo electrónico es transparente.
15. Aparato que comprende un dispositivo electrónico, caracterizado porque el dispositivo electrónico se ha
50 realizado con un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

FIG. 1



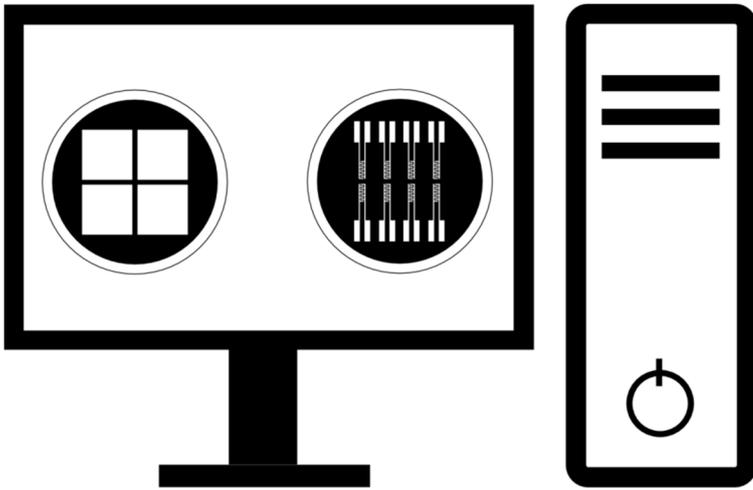


FIG. 2

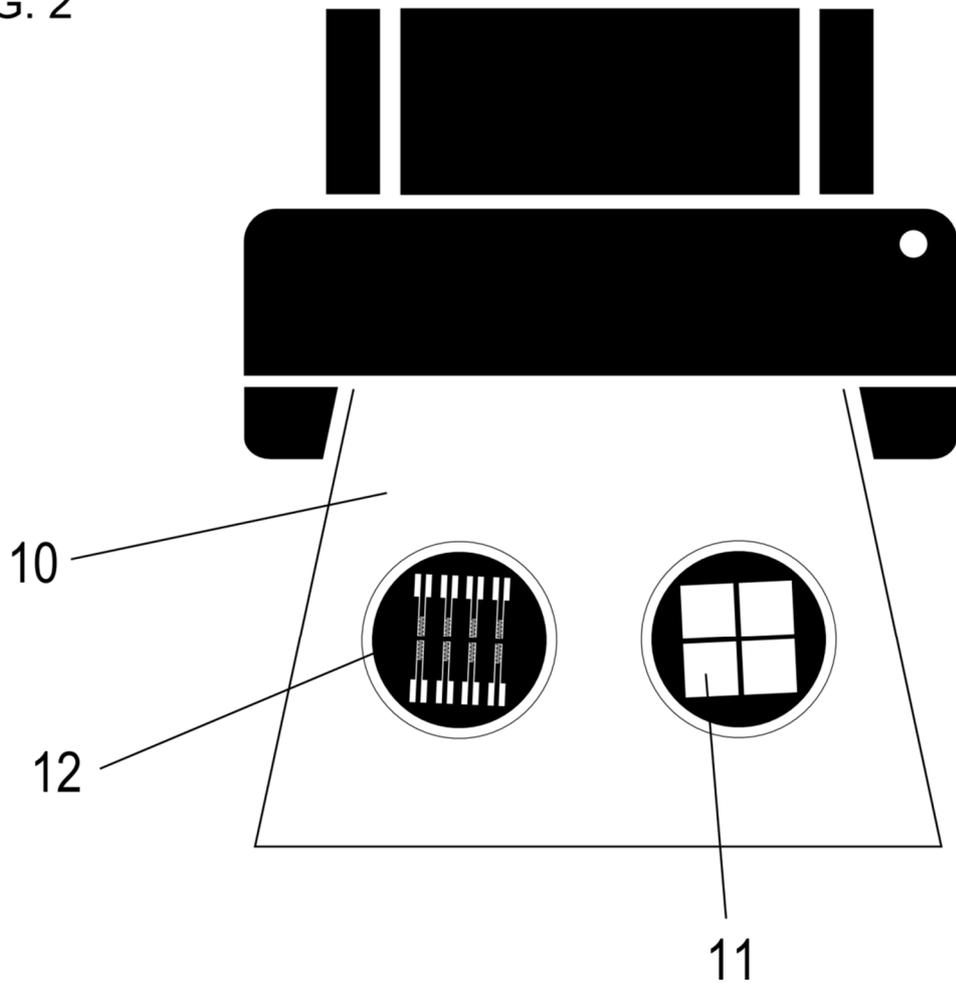


FIG. 3

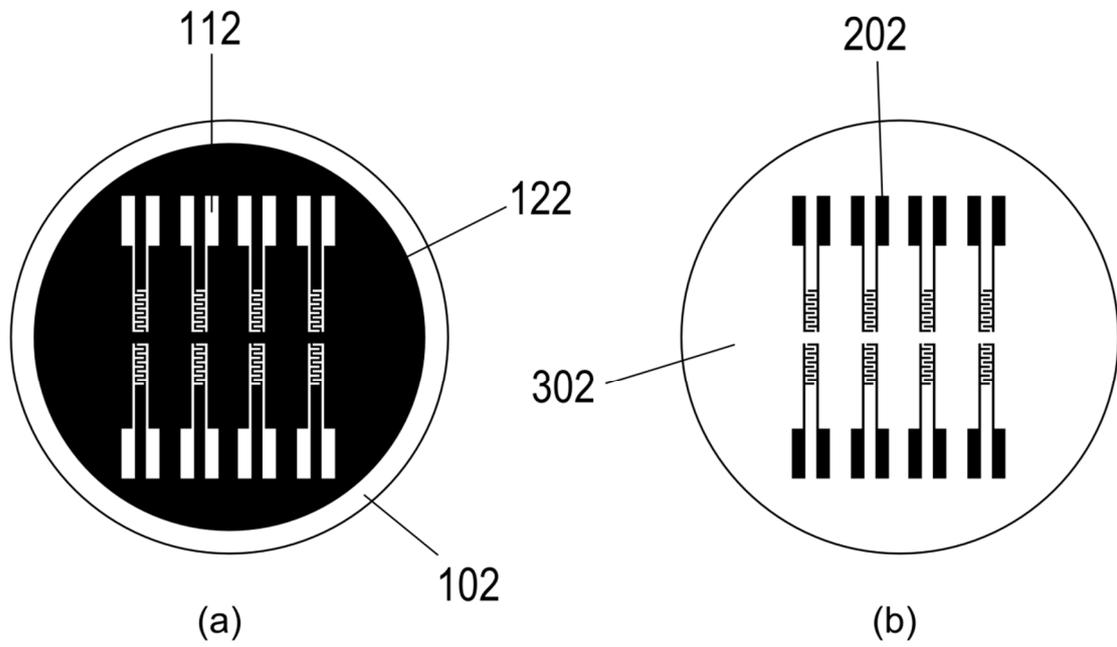
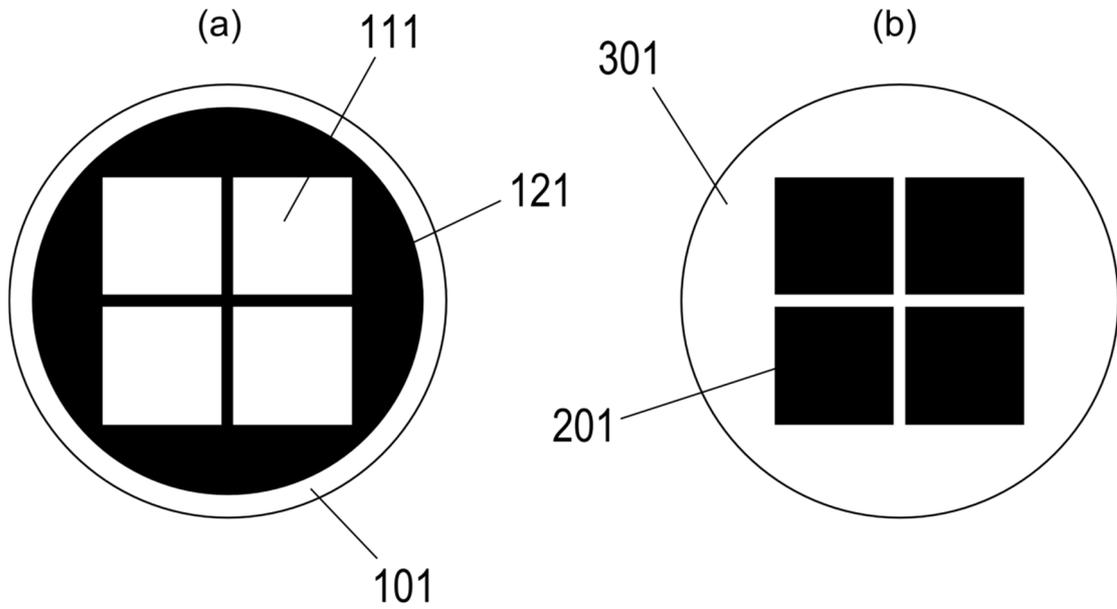


FIG. 4

FIG. 5

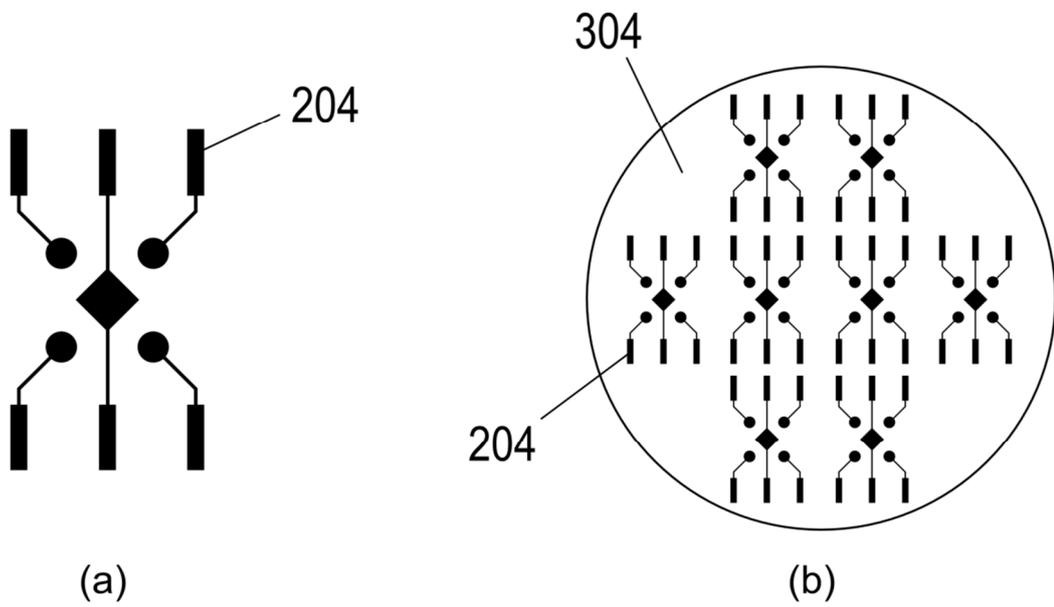
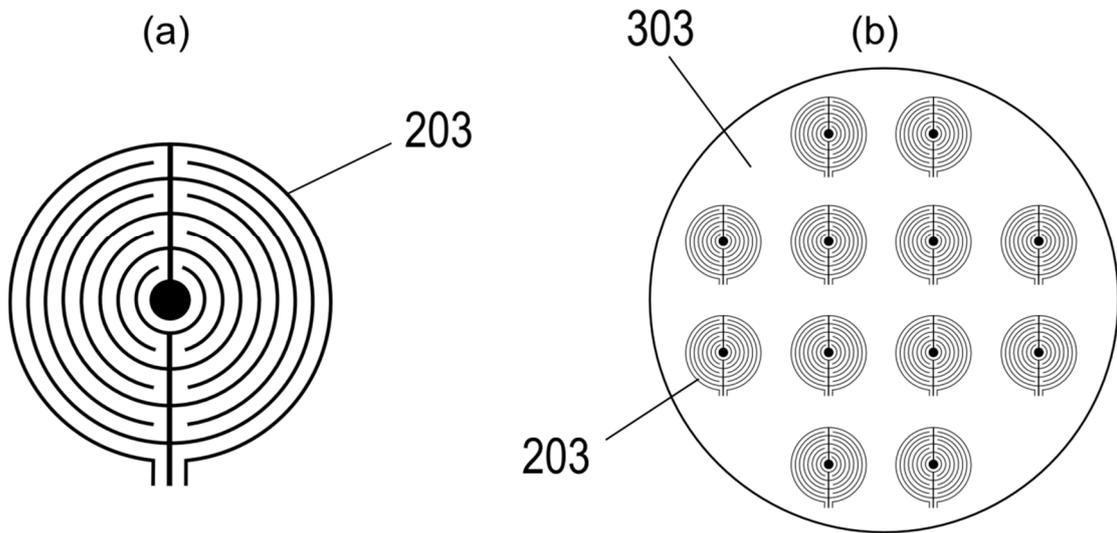


FIG. 6