(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 775 649**

(21) Número de solicitud: 201830750

(51) Int. CI.:

B81C 1/00 (2006.01)

(12) PATENTE DE INVENCIÓN CON EXAMEN B2

(22) Fecha de presentación:

24.07.2018

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

27.07.2020

Fecha de concesión:

24.11.2020

(45) Fecha de publicación de la concesión:

01.12.2020

(73) Titular/es:

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (100.0%)
C/ Serrano, 117
28006 Madrid (Madrid) ES

(72) Inventor/es:

RIUS SUÑÉ, Gemma;
MUNTADA LÓPEZ, Olga y
PÉREZ-MURANO, Francesc Xavier

(74) Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

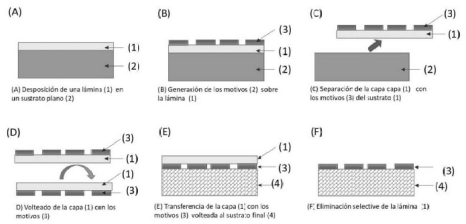
(54) Título: **PROCEDIMIENTO DE TRANSFERENCIA DE MOTIVOS MICRO- Y/O NANO- ESTRUCTURADOS A SUPERFICIES ARBITRARIAS**

(57) Resumen:

Procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano- estructurados a superficies arbitrarias.

La presente invención se refiere a un procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano- estructurados de alta resolución a superficies arbitrarias, a partir de la utilización y la manipulación de una lámina de sacrificio. Además, en el procedimiento de la presente invención, los motivos micro- y/o nano- estructurados de la lámina de sacrificio se transfieren de manera que quedan en contacto directo con la superficie de interés, sin el uso de un material adhesivo como interfaz. Por tanto, la presente invención se puede encuadrar en el área del procesado de superficies.

FIG. 1



Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015.
Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

ES 2 775 649 B2

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano-estructurados a superficies arbitrarias

La presente invención se refiere a un procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano- estructurados de alta resolución a superficies arbitrarias, a partir de la utilización y la manipulación de una lámina de sacrificio. Además, en el procedimiento de la presente invención, los motivos micro- y/o nano- estructurados de la lámina de sacrificio se transfieren de manera que quedan en contacto directo con la superficie de interés, sin el uso de un material adhesivo como interfaz.

Por tanto, la presente invención se puede encuadrar en el área del procesado de superficies.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

El interés industrial en disponer micro y nano estructuras en superficies es múltiple. En primer lugar, la texturación de dimensiones micro/nano-métricas permite dotar a las superficies de propiedades funcionales, como, por ejemplo, hidro-filicidad, hidro-fobicidad, mayor adherencia, bacterio-fobicidad, efectos ópticos o cromáticos, y, por lo tanto, es de relevancia en una gran diversidad de aplicaciones (antibaho, antimicrobiano, auto-lavable, decoración, etc.). Estas propiedades proporcionan valor añadido a una gran variedad de productos. Por otro lado, micro y nano estructuras, tales como micro y nano partículas, micro y nano hilos, alineados y/o posicionados adecuadamente, pueden dotar a las superficies de funcionalidades avanzadas. Por ejemplo, matrices de nano-hilos semiconductores pueden utilizarse como emisores de luz, o micro/nano hilos metálicos o semiconductores interconectados pueden utilizarse como sensores.

Para lograr una buena definición y posicionamiento de micro y nano estructuras en superficies se utilizan técnicas litográficas convencionales tales como la litografía óptica o la litografía por haz de electrones, que resultan muy eficientes para definir motivos micro y nanométricos en superficies planas y de poca rugosidad. Sin

embargo, la mayoría de las técnicas litográficas no se pueden utilizar o presentan limitaciones importantes para aplicarlas en superficies con curvatura o en determinados tipos de sustratos. Disponer de motivos nanométricos en superficies de morfología arbitraria da respuesta a necesidades que aparecen en diversos campos como son la decoración, la construcción o la automoción, dado que multitud de objetos que se usan a diario presentan superficies curvas. En última instancia, una tecnología de nanoestructuración de superficies de alta resolución, precisión y flexibilidad permitiría crear superficies inteligentes (en inglés 'smart surfaces') mediante la inclusión de funcionalidades complejas (por ejemplo, sensores que detecten sustancias y emisores que emitan señales).

La mayoría de los métodos reportados hasta la fecha que no utilizan litografía para definir o transferir motivos en superficies arbitrarias se basan en definir los motivos estructurando un molde que posteriormente se transporta a la superficie de interés donde se realiza un post-procesado (WO2017201602A1, US2015202834A1). Estos métodos presentan i) limitaciones en lo que respecta a la (producción y) transferencia de motivos de forma y tamaño arbitrarios, entendido como la capacidad de generar cualquier diseño (en inglés, *pattern)*, y ii) restricciones en cuanto al tipo de material que permite transferir, por solo aplicarse a ciertos materiales o requerir capas mediadoras para mejorar la adhesión.

En consecuencia, es necesario desarrollar nuevos procedimientos de obtención de motivos micro- y/o nano- estructurados sobre superficies de cualquier morfología y tamaño.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se refiere a un procedimiento de alta precisión para la obtención de motivos micro- y/o nano- estructurados de alta resolución sobre una superficie arbitraria de interés, es decir, sobre un sustrato de recepción de interés. Se basa en definir motivos directamente encima de una lámina de sacrifico o transferencia, la cual, una vez definidos dichos motivos, se separa del sustrato inicial y se coloca sobre la superficie de interés del sustrato de recepción. En el procedimiento de la presente invención, los motivos micro- y/o nano- estructurados, inicialmente definidos sobre la

lámina de sacrificio o transferencia, quedan dispuestos, al final del proceso, en contacto directo con la superficie de interés del sustrato de recepción.

El procedimiento de la presente invención es simple y requiere de un número reducido de pasos. A diferencia de los métodos conocidos en el estado de la técnica y utilizados actualmente, no requiere de la fabricación previa de un molde, y no consiste en estructurar la lámina de sacrificio o transferencia, sino en definir motivos sólidos en su superficie y transferirlos a la superficie de interés del sustrato de recepción.

El procedimiento de la presente invención permite el diseño de gran variedad de motivos micro- y nano- estructurados. Se puede llevar a cabo con una amplia variedad de materiales de distinta naturaleza como metales, materiales cerámicos, etc, y es compatible con la mayoría de procesos estándar de micro- y nano- fabricación, incluidos los procesos de microelectrónica y especialmente indicado para complementar los procesos de replicación, como por ejemplo impresión roll-to-roll o de moldeado por inyección de plásticos.

El procedimiento de la presente invención tiene especial interés en la estructuración de moldes para inyección de plásticos y la estructuración de rodillos de impresión (en inglés roll-to-roll).

Además tiene interés en la estructuración de superficies de interés de sustratos de recepción para incluir en ellas propiedades funcionales tales como color, hidrofobicidad, hidrofilicidad, auto-lavado o bacterio-fobicidad.

El procedimiento de la presente invención tiene también interés en la fabricación de dispositivos electrónicos, magnéticos y/o ópticos donde una funcionalidad electrónica, magnética y/o óptica es de interés. Otras funcionalidades relacionadas por ejemplo con plasmónica y/o fonónica son derivadas de las dimensiones nanométricas de los motivos micro- y/o nano-estructurados y también tienen interés en la fabricación de dispositivos electrónicos, magnéticos y/o ópticos.

En especial, la aplicación del procedimiento de transferencia de la presente invención aplicada a estructuras complejas, funcionales y/o activas que permitan agregar inteligencia a la superficie (en inglés *smart surfaces*).

Por último, el procedimiento de la presente invención tiene interés en la transferencia de motivos a superficies de interés de sustratos de recepción para que dichos motivos sirvan de máscara para un ataque selectivo de dicho sustrato,

Por tanto, en un primer aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano- estructurados sobre una superficie de interés (a partir de aquí el “procedimiento de la invención”) caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

a) depositar una lámina polimérica de sacrificio sobre un sustrato para formar un sistema lámina de sacrificio-sustrato,

b) generar motivos micro- y/o nano- estructurados sobre la superficie de la lámina de sacrificio del sistema obtenido en la etapa (a) mediante litografía o métodos de deposición con o sin máscara,

c) separar la lámina de sacrificio con los motivos micro- y/o nano- estructurados obtenidos en la etapa (b) del sustrato por medios mecánicos técnicamente no exigentes,

d) colocar la lámina de sacrifico sobre la superficie de interés quedando los motivos micro- y/o nano- estructurados de la lámina de sacrificio obtenida en la etapa (c) en contacto directo con la superficie de interés, mientras el conjunto lámina de sacrificio-superficie de interés está inmerso en agua,

e) secar el conjunto obtenido en la etapa (d), y

f) eliminar la lámina de sacrificio del conjunto obtenido en la etapa (e) mediante métodos físicos, químicos o una combinación de los mismos.

En el procedimiento de la presente invención, el término “motivos micro- y/o nano-estructurados” se entiende por estructuras sólidas de dimensiones laterales de entre 10 nm y 10 μm, y grosor inferior a 1 μm. La composición de dichas estructuras sólidas es metálica; los motivos micro- y/o nano- estructurados están compuestos por al menos un metal o una aleación metálica. La composición de los motivos micro- y/o nano- estructurados puede estar estratificada

Por el término “superficie de interés” se entiende, en la presente invención, como aquella superficie de un sustrato receptor donde se desean generar motivos micro- y nano- estructurados.

La superficie de interés del sustrato receptor puede estar curvada, mecanizada o pre-estructurada. Por “superficie pre-estructurada” se entiende, en la presente invención como aquella superficie que ha sido procesada con anterioridad a la transferencia de los motivos micro- y/o nano- estructurados para definir en ella, por ejemplo, un conjunto de estructuras, un determinado relieve, una determinada rugosidad o textura, o bien una determinada composición.

La superficie de interés no se limita a una única superficie dentro del sustrato receptor; puede contemplar distintas superficies dentro de un mismo sustrato receptor que están físicamente separadas entre sí.

La etapa (a) del procedimiento de la invención se refiere a la deposición de una lámina polimérica de sacrificio o transferencia sobre un sustrato para formar un sistema lámina de sacrificio-sustrato.

Por el término “lámina polimérica de sacrificio o transferencia” se refiere a una lámina, habitualmente compuesta mayoritariamente por un polímero, que se utiliza para transferir los motivos micro- y/o nano- estructurados sobre la superficie de interés. La lámina de transferencia o sacrificio no forma parte de la pieza final con motivos micro- y/o nano- estructurados.

Por el término “sustrato” se entiende en la presente invención, como un sustrato estable y flexible, para poder ser transferido sin dañarse y poder amoldarse a cualquier superficie de interés, es decir, a cualquier superficie del sustrato de recepción.

La superficie del sustrato puede ser curvada, plana o estar estructurada. En una realización preferida de la presente invención, el sustrato de la etapa (a) es un sustrato plano.

La elección de la lámina polimérica de sacrificio y del sustrato es clave en el procedimiento de la presente invención, puesto que debe cumplir la condición de que la lámina polimérica de sacrificio tenga suficiente adherencia con el sustrato pero a la vez sea fácilmente separable del mismo, es decir, la lámina polimérica se debe desprender fácilmente del sustrato.

La lámina polimérica de sacrificio debe ser mecánicamente estable para poder ser transportada a otro sustrato/superficie de interés. Es ventajoso además que la lámina polimérica de sacrificio sea flexible para poder amoldarse a sustratos finales curvados.

La etapa (b) del procedimiento de la invención se refiere a la generación de motivos micro- y/o nano- estructurados sobre la superficie de la lámina de sacrificio o transferencia del sistema lámina de sacrificio-sustrato obtenido en la etapa (a) mediante litografía de alta resolución o métodos de deposición con o sin máscara.

Los motivos micro- y/o nano- estructurados se generan sobre la lámina de sacrificio o transferencia mediante técnicas consolidadas basadas en litografía, o métodos de deposición con o sin máscara. Estos métodos permiten una buena adherencia de los motivos micro- y/o nano- estructurados a la lámina de sacrificio o transferencia. Los motivos micro- y/o nano- estructurados impresos en la lámina de sacrificio se mantendrán hasta el final del procedimiento y quedarán impresos en la superficie de interés del sustrato de recepción.

Los motivos micro- y/o nano- estructurados están compuestos por al menos un metal o una aleación metálica.

En una realización preferente del procedimiento de la presente invención, la composición de los motivos micro- y/o nano- estructurados está estratificada, es decir la composición varía a lo largo de su grosor.

Ejemplos de tipos de litografía son litografía óptica, litografía por haz de electrones, litografía por nano-impresión, litografía basada en microscopía de fuerzas atómicas, litografía basada en copolímeros de bloque, métodos de deposición con o sin máscara como la deposición por haz de iones focalizados, por haz de electrones focalizados o deposición con máscara de sombreado.

La etapa (c) del procedimiento de la presente invención se refiere a separar la lámina de sacrificio micro- y/o nano- estructurada obtenida en la etapa (b) del sustrato por medios mecánicos, por ejemplo, despegando la capa polimérica manualmente mediante la ayuda de unas pinzas.

La etapa d) del procedimiento de la invención se refiere a la colocación de la lámina de sacrifico sobre la superficie de interés para que los motivos micro- y/o nano-estructurados de la lámina de sacrificio obtenida en la etapa (c) queden en contacto directo con la superficie de interés, estando el conjunto lámina de sacrificio-superficie de interés inmerso en agua.

Como se ha mencionado con anterioridad, la superficie de interés del sustrato de recepción puede tener cualquier morfología: por ejemplo, la superficie puede ser curva o puede estar pre-estructurada o mecanizada. Ejemplos de superficie de interés son moldes metálicos para procesos de inyección de plásticos, rodillos de impresión o piezas curvadas para decoración.

En una implementación concreta, la superficie de interés puede estar previamente inmersa en un recipiente con agua y sobre ella se coloca la lámina de sacrifico de modo que los motivos micro- y/o nano- estructurados de la lámina de sacrificio queden en contacto directo con la superficie de interés.

El conjunto lámina de sacrificio-superficie de interés debe estar inmerso en agua para fomentar su adhesión. Poner simplemente la capa de motivos en polímero sobre el sustrato escogido no aportaría suficiente adhesión mecánica y ésta sería posiblemente no uniforme, es decir, únicamente habría contacto de manera local entre la lámina y el sustrato. La adhesión es la fuerza de unión en la interfaz de contacto entre dos materiales (en este caso, entre los micro- y nano - motivos y el polímero), y se describe como fuerzas de van der Waals. Es necesaria una suficiente adhesión para

i) posibilitar la eliminación de la capa polimérica, aun manteniendo los motivos en el sustrato arbitrario deseado, y

ii) para favorecer la adhesión de los motivos al sustrato, esto es, para posibilitar su utilización, por ejemplo, en los procesos de moldeo por inyección, garantizar cierta durabilidad y robustez del molde.

La adhesión a nivel microscópico depende, por un lado, de la rugosidad de ambas superficies, pero además del grado de mojado del contacto intermolecular. En la el procedimiento de transferencia de la presente invención, la adhesión se enfatiza y se ve facilitada por

i) la tensión superficial metal/agua/motivos en polímero, y
ii) por el uso de una lámina de transferencia flexible.

Como se ha mencionado anteriormente, la superficie de interés donde se transfieren los motivos puede tener cualquier morfología, por ejemplo la superficie puede ser curva o puede estar pre-estructurada o mecanizada.

El secado lento, es decir la evaporación del agua en condiciones apropiadas, también es clave para lograr la adhesión deseada. La etapa (e) del procedimiento de la invención se refiere al secado del conjunto lámina de sacrificio-superficie de interés. Para que esta etapa (e) sea efectiva, es suficiente dejar reposar el sistema superficie de interés-lámina de sacrificio durante unas horas en condiciones ambientales para que se elimine de manera progresiva y uniforme el agua remanente. Otras alternativas como secado a temperatura elevada y/o en ambiente de baja humedad pueden ser igualmente convenientes.

La última etapa (f) del procedimiento se refiere a la eliminación de la lámina de sacrificio de la superficie de interés mediante métodos físicos, químicos o una combinación de los mismos. El método de eliminación dependerá del material de la superficie de interés, y deberá eliminar selectivamente la lámina de transferencia o sacrificio sin dañar los motivos a transferir ni la superficie de interés.

Ejemplos de métodos físicos para eliminar la lámina de sacrificio incluyen el ataque mediante iones de argón o mediante plasma de oxígeno.

En una realización preferente del procedimiento de la presente invención, se utilizan métodos químicos de disolución utilizando disolventes para materiales orgánicos como es la acetona puesto que la lámina de sacrificio o transferencia es de tipo polimérico, y los motivos a transferir a la superficie de interés están compuestos por un metal o una aleación.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, aditivos, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la

invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIG. 1. Secuencia general del procedimiento de la invención

FIG. 2. Descripción concreta de una implementación del procedimiento de la invención

FIG. 3. Imágenes de microscopía electrónica (SEM) de motivos transferidos a un sustrato plano y ópticamente pulido (sustrato de silicio) utilizando el método descrito en la figura 2 (A-I1).

FIG. 4. (A) Fotografía de una lámina de acero pulida y curvada donde se han transferidos motivos micrométricos y nanométricos mediante el procedimiento descrito en la figura 2. (B-D) Imágenes SEM de los motivos transferidos a lámina de acero de la figura A utilizando el método descrito en la figura 2 (A-I2). La imagen SEM de la figura D corresponde a una zona pequeña del área mostrada en la figura C.

EJEMPLOS

A continuación, se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que pone de manifiesto la efectividad del producto de la invención.

En la figura 1 se pueden observar las siguientes etapas diferenciadas del procedimiento de la presente invención:

(A) Deposición de una lámina (1) (lámina de transferencia o sacrificio) sobre un sustrato plano (2).
El hecho que el sustrato plano sea plano facilita la utilización de métodos de litografía para la realización de los motivos micro / nano estructurados a transferir.

(B) El segundo paso consiste en la generación de los motivos (3) sobre la capa (1). La forma y posicionamiento de las estructuras generadas en esta lámina de sacrificio se mantendrán al final del proceso en el sustrato de recepción.

(C) El tercer paso consiste en la separación del sustrato de la lámina de sacrificio (1) con los motivos micro / nano estructurados (3).

(D) (E) El cuarto paso consiste en la transferencia de la lámina invertida (1) con los motivos micro / nano estructurados (3) al sustrato de recepción / interés (4). La lámina de transferencia o sacrificio se transfiere volteada, boca abajo, de manera que los motivos micro – nano estructurados (3) quedan en contacto directo con el sustrato de recepción (4).

(F) En el último paso, se elimina la lámina de transferencia (1) mediante métodos físicos, químicos, o una combinación de ambos, obteniéndose los motivos originales (3) sobre la superficie de interés (4)

En la siguiente secuencia de etapas, ver figura 2, se especifican entre paréntesis los materiales empleados experimentalmente.

(A) Primero, se deposita una lámina de polímero (1) (poliimida), sobre un sustrato de silicio de muy baja rugosidad (pulido óptico) para no limitar la máxima resolución obtenible (2). La lámina de transferencia:

- permite la creación de una lámina fina sobre un sustrato plano mediante *spin coating* (deposición por rotación)
- Es compatible con procesos de nano-fabricación basados en litografía (y en concreto litografía por haz de electrones, deposición de metal y *lift-off*), lo que permite la definición de estructuras en su superficie
- Es fácilmente desprendible del sustrato plano inicial
- Es mecánicamente estable para poder ser transportado a otro sustrato
- Es suficientemente flexible para poder amoldarse a superficies finales curvados, pre-estructurados o mecanizados
- Puede eliminarse mediante ataque selectivo sin dañar los motivos a transferir ni la superficie de interés, por ejemplo mediante un ataque por plasma de oxígeno.

(B) El segundo paso consiste en un proceso de litografía por haz de electrones para definir los motivos con alta precisión en la micro/nano escala. Este proceso incluye: la deposición de la capa de una resina sensible (3) (PMMA), su irradiación con un haz de electrones y su revelado (MIBK:IPA), dejando zonas de la poliimida cubierta y zonas de la poliimida descubiertas

(C) Es conveniente depositar una capa adicional de material conductor para evitar la acumulación de cargas eléctricas en la poliimida y el PMMA durante el proceso de exposición al haz de electrones. Esta capa adicional puede eliminarse posteriormente de manera sencilla mediante inmersión en agua.

La siguiente fase es la transferencia de los motivos definidos en resina al sustrato de silicio o a la lámina curvada de acero, que consta de:

(D) La deposición de una capa fina de metal (4) (Ti+Au) seguido de (E) la eliminación de la resina sensible a los electrones.

(F) La separación del sustrato inicial de la capa polimérica flexible con los motivos micro/nano de metal es muy sencillo. Se realiza mecánicamente, y puede consistir simplemente en despegar la capa de forma manual, por ejemplo, con la ayuda de unas pinzas.

(G) La capa separada se coloca volteada sobre agua pura dentro de un recipiente.

(H1) La transferencia a la superficie de interés del sustrato de recepción se ha realizado de forma manual. Se basa simplemente en recoger la capa polimérica decorada con los motivos de metal y situarla en contacto con la superficie de interés del sustrato de recepción. Al estar volteada, boca abajo, los motivos de metal quedan en contacto directo con la superficie de interés del sustrato de recepción. Se han realizado transferencias a un sustrato plano (H1) (sustrato de silicio) y a un sustrato curvado (H2), lámina de acero.

(I) Una vez se ha secado, se elimina la capa polimérica usada en la transferencia, mediante un método convencional de grabado, es decir, un ataque reactivo de iones.

Como se observa en las figuras 3 y 4, el método permite la transferencia fidedigna de motivos, con resolución sub-micrométrica (se ha demostrado para motivos de dimensiones laterales ligeramente inferiores a 300 nm) en superficies tanto planas como curvadas. El área de transferencia máxima hasta el momento ha sido de aproximadamente 25 cm^2, aunque el método es ampliable tanto en resolución (por debajo de los 50 nm) como en área máxima (700 cm^2).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de transferencia de motivos micro- y/o nano- estructurados sobre una superficie de interés caracterizado por que comprende las siguientes etapas:

a) depositar una lámina polimérica de sacrificio sobre un sustrato para formar un sistema lámina de sacrificio-sustrato,

b) generar motivos micro- y/o nano- estructurados sobre la superficie de la lámina de sacrificio del sistema obtenido en la etapa (b) mediante litografía o métodos de deposición con o sin máscara,

c) separar la lámina de sacrificio micro- y/o nano- estructurada obtenida en la etapa (b) del sustrato por medios mecánicos,

d) colocar la lámina de sacrifico sobre la superficie de interés quedando los motivos micro- y/o nano- estructurados de la lámina de sacrificio obtenida en la etapa (c) en contacto directo con la superficie de interés, donde el conjunto lámina de sacrificio-superficie de interés está inmerso en agua,

e) secar el conjunto obtenido en la etapa (d), y

f) eliminar la lámina de sacrificio del conjunto obtenido en la etapa (e) mediante métodos físicos, químicos o una combinación de los mismos.

2. El procedimiento según la reivindicación 1, donde el sustrato de la etapa (a) es un sustrato plano.

3. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, donde los motivos micro- y/o nano- estructurados están compuestos por al menos un metal o una aleación.

4. El procedimiento según la reivindicación 3, donde la composición de los motivos micro- y/o nano- estructurados está estratificada.

5. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde, en la etapa (f), se utilizan métodos químicos de disolución.

FIG. 1

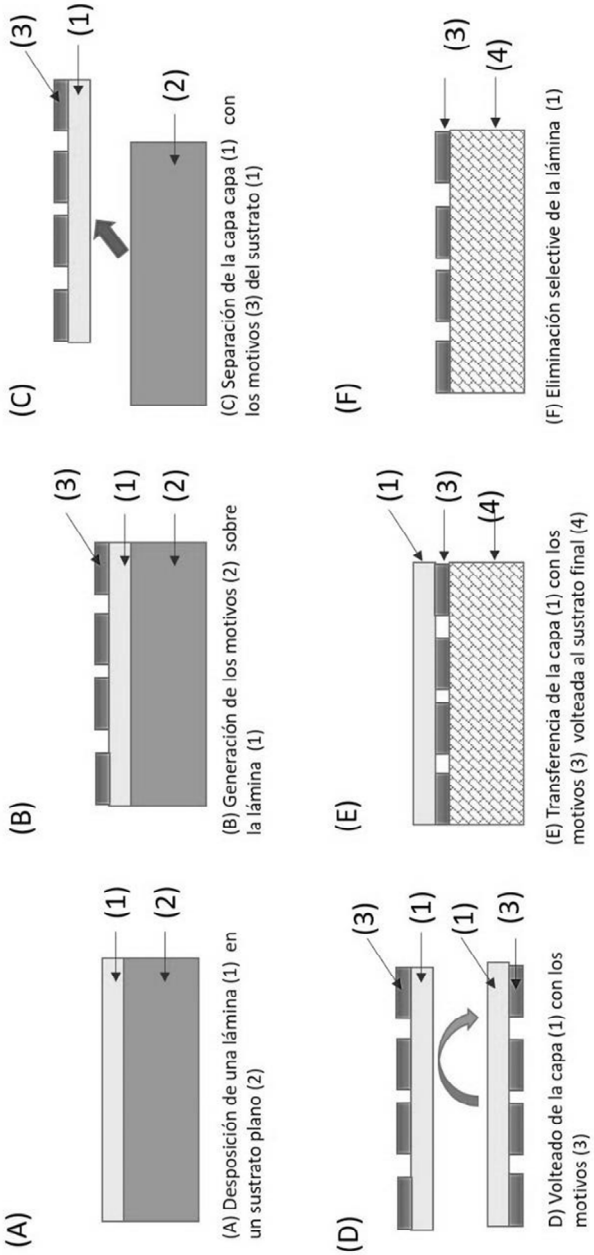

(A)
(1)
(2)
(A) Desposición de una lámina (1) en un sustrato plano (2)
(B)
(3)
(1)
(2)
(B) Generación de los motivos (2) sobre la lámina (1)
(C)
(3)
(1)
(2)
(C) Separación de la capa capa (1) con los motivos (3) del sustrato (1)
(D)
(3)
(1)
(1)
(3)
D) Volteado de la capa (1) con los motivos (3)
(E)
(1)
(3)
(4)
(E) Transferencia de la capa (1) con los motivos (3) volteada al sustrato final (4)
(F)
(3)
(4)
(F) Eliminación selective de la lámina (1)

FIG. 2

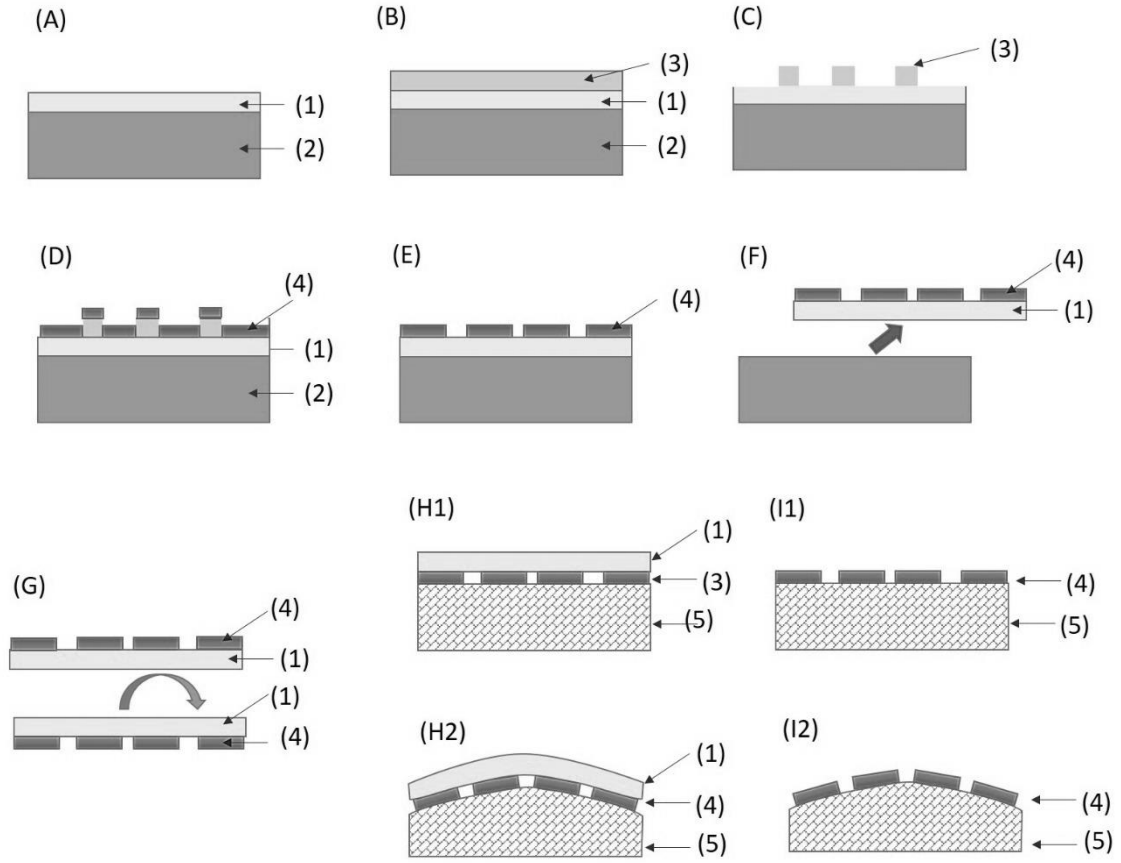


FIG. 3

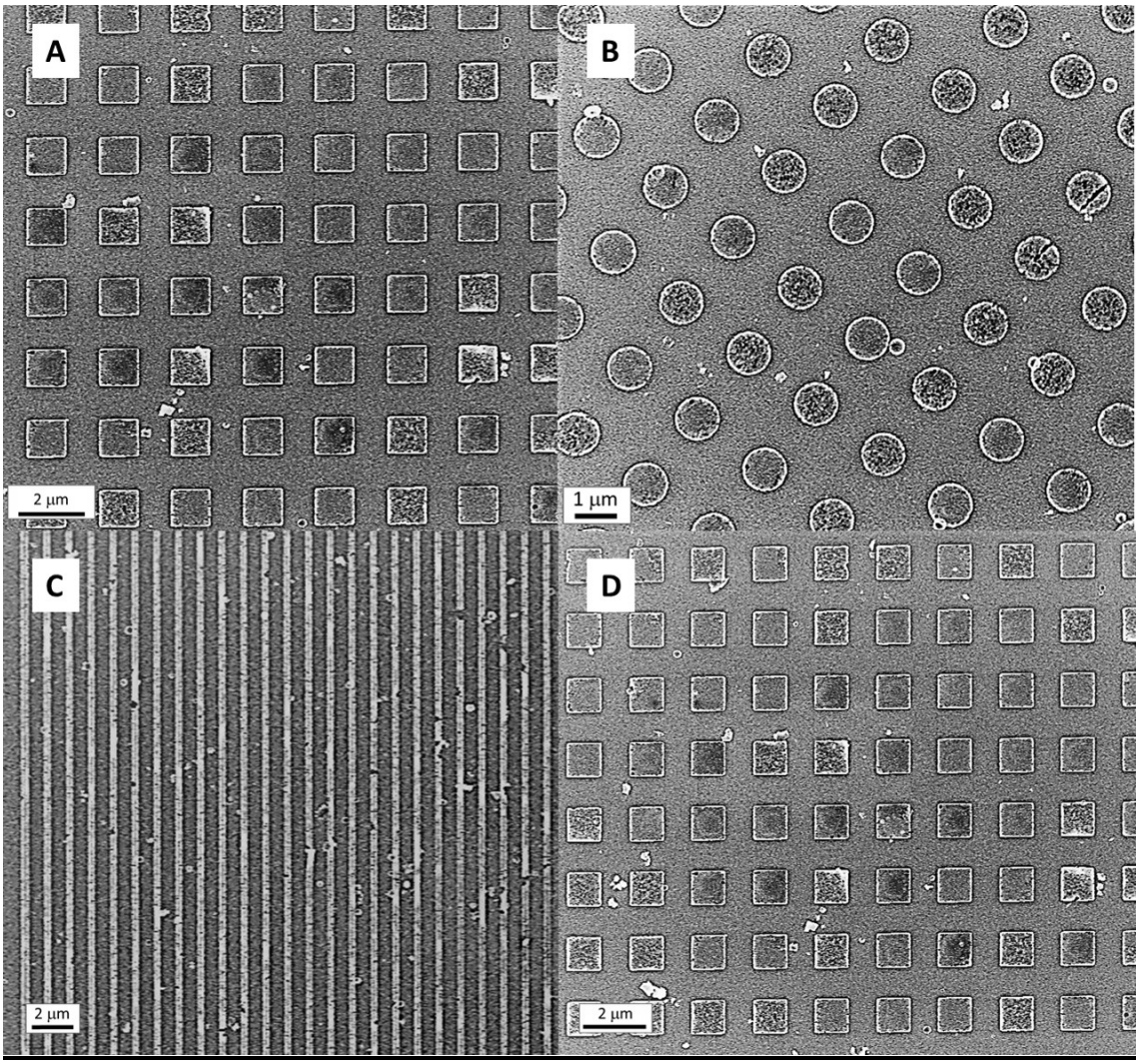
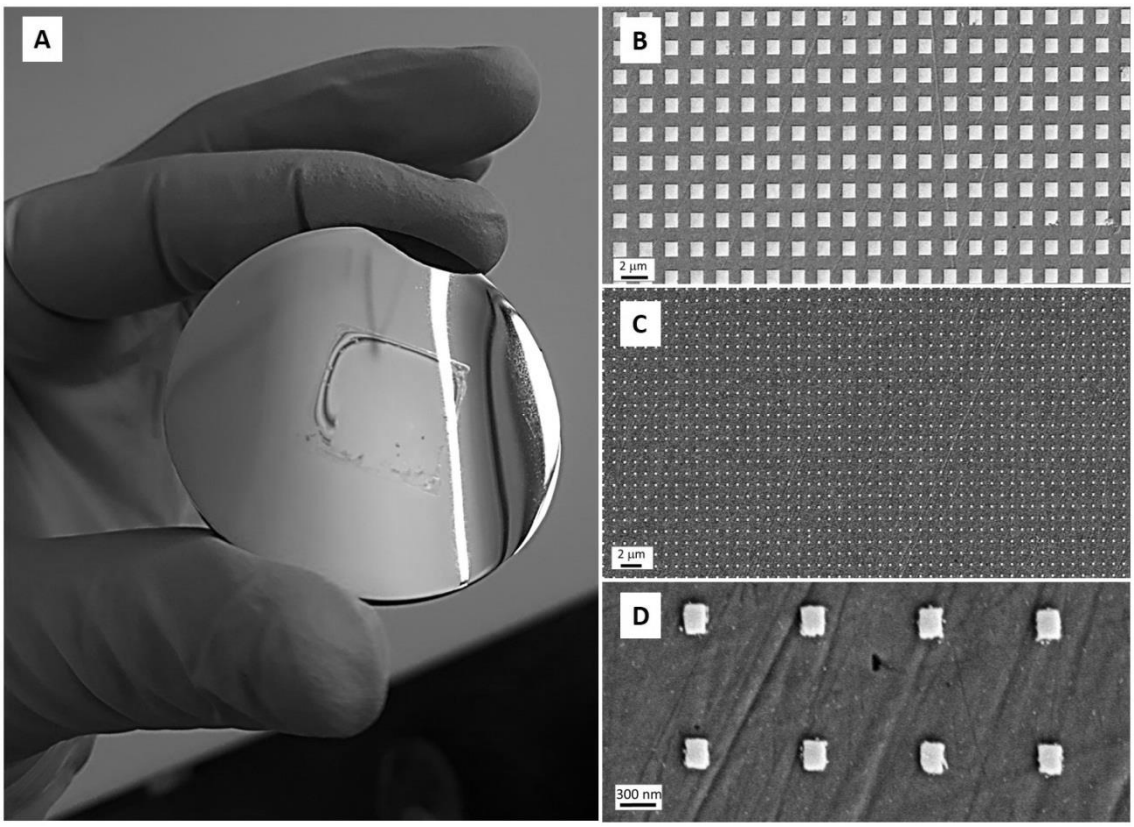



FIG. 4