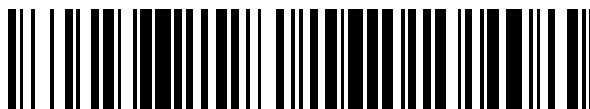


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 149**

51 Int. Cl.:

H01L 21/306 (2006.01)
C09K 13/06 (2006.01)
C09K 13/04 (2006.01)
C23F 1/16 (2006.01)
C23F 1/44 (2006.01)
H01L 21/3213 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.09.2006** **PCT/US2006/036185**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.07.2007** **WO07078355**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2006** **E 06814816 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 1974370**

54 Título: **Composición de microdecapado y método para usar la misma**

30 Prioridad:

21.12.2005 US 316010

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
17.07.2020

73 Titular/es:

MACDERMID, INCORPORATED (100.0%)
245 Freight Street
Waterbury, CT 06702, US

72 Inventor/es:

CASTALDI, STEVEN, A.;
FENG, KESHENG y
KAPADIA, NILESH

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 774 149 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

Composición de microdecapado y método para usar la misma

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a composiciones de microdecapado útiles para el tratamiento de superficies metálicas, tales como superficies de cobre y aleaciones de cobre, en la fabricación de placas de circuitos impresos.

10 **Antecedentes de la invención**

Los circuitos impresos que contienen una o más circuiterías de capas intermedias tienen un uso cada vez más importante ya que cada vez se demanda más ahorro de peso y espacio en dispositivos electrónicos.

15 La fabricación correcta de placas de circuitos impresos multicapa requiere unir entre sí capas de cobre y resina. Sin embargo, la unión directa de las capas de cobre y resina no siempre proporciona suficiente resistencia de unión. Por lo tanto, es común mejorar la resistencia de unión cobre-resina proporcionando rugosidad superficial a la superficie de cobre; de esta forma, la unión mecánica entre las capas de resina y de cobre se puede mejorar. La rugosidad superficial se puede proporcionar mediante limpieza mecánica, usando una máquina de lavado o pulido, o mediante la limpieza química.

20 En un método de tratamiento químico, la rugosidad superficial se proporciona a la superficie de cobre depositando una capa de óxido sobre la superficie de cobre, tal como óxido cuproso, óxido cúprico, o similares. La formación de la capa de óxido, que convierte la superficie de cobre de color rosa en un color pardo negruzco, crea diminutas irregularidades sobre la superficie de cobre, lo que proporciona un efecto de entrelazado entre la superficie de cobre y la resina, mejorando de esta forma la resistencia de la unión.

25 Otro método para mejorar la adhesión de material dieléctrico a una traza de circuito de cobre utiliza una técnica de microdecapado. En el microdecapado, ninguna parte del cobre, p. ej., las trazas de la circuitería de cobre, se elimina completamente mediante el decapado. En su lugar, la superficie se ataca (u oxida) solamente en una extensión limitada, de forma que el diseño original del cobre que se está atacando quede intacto. Típicamente, la superficie del cobre se ataca solamente hasta una profundidad de entre aproximadamente $5,1 \times 10^{-4}$ mm y aproximadamente $1,3 \times 10^{-2}$ mm (aproximadamente 20 y aproximadamente 500 micropulgadas), según se mide a partir de la superficie original hasta las profundidades del microdecapado. Esto se lleva a cabo seleccionando una composición de microdecapado adecuada y limitando la extensión del ataque químico según los parámetros de la solución de decapado (p. ej., concentración, temperatura, composición, etc.).

30 Las soluciones de microdecapado pueden estar compuestas de peróxido de hidrógeno y un ácido inorgánico, tal como ácido sulfúrico y ácido fosfórico. Sin embargo, estas composiciones pueden ser inestables debido a la descomposición del peróxido de hidrógeno, que da como resultado fluctuaciones en la velocidad de ataque químico, decoloración de metales que no son cobre, y otros problemas.

35 Otro tipo de solución de microdecapado utiliza una fuente de iones cúpricos, un ácido orgánico y una fuente de iones haluro, tal como se describe, por ejemplo, en la patente US-6.426.020 de Okada y col. y en la patente US-5.807.493 de Maki y col. Sin embargo, estas soluciones de microdecapado pueden atacar las superficies de cobre más profundamente de lo deseado.

40 Las bajas profundidades de ataque químico en el metal son ventajosas por al menos tres razones. En primer lugar, una baja profundidad de ataque químico elimina menos metal de la superficie, dejando de esta manera más cantidad de metal intacto en la sección transversal original. Esto es especialmente importante para trazas de circuito con tolerancias de impedancia o resistencia, que se deben mantener porque estas propiedades están directamente relacionadas con el área de la sección transversal del circuito. En segundo lugar, bajas profundidades de ataque químico en el metal permiten la oportunidad de rectificar las piezas defectuosas. Finalmente, bajas profundidades de ataque químico en el metal reducen la velocidad a la que el metal se acumula en la composición que fomenta la adhesión. Puesto que la acumulación de metal en la composición de microdecapado altera la vida útil final de la composición, bajas profundidades de ataque químico producen una vida útil prolongada en las soluciones de microdecapado en términos de la máxima cantidad de metros cuadrados (pies cuadrados) de metal que se puede procesar por litro (galón) de la composición de microdecapado.

45 El documento SU 1330208 A1 describe una composición de ataque químico que comprende cloruro de cobre(II), cloruro de sodio y acetonitrilo. El documento SU 1315523 A1 describe una composición que comprende cloruro de hierro(III), cloruro de cobre(II) y acetonitrilo. El documento SU 1514829 A1 describe una composición que comprende nitrato de cobre(II), cloruro de cobre(II) y acetonitrilo. En EP-1 158 843 A1 se describe un método para mejorar la adhesión de un material polimérico a una superficie metálica, especialmente, superficies de cobre y aleaciones de cobre, en el proceso de fabricación de placas de circuitos impresos. En EP-0 855 454 A1 se describen composiciones acuosas ácidas de microdecapado para tratar superficies de cobre, en particular, superficies de cobre en el proceso de fabricación de placas de circuitos impresos, que comprenden: una fuente de iones cúpricos; ácido acético o ácido clorhídrico; una poliamina; y una fuente de iones de haluro.

Existe una necesidad en la técnica de mejorar las composiciones de microdecapado que puedan proporcionar el grado deseado de microdecapado en una superficie de cobre o aleación de cobre a la vez que se superan algunas de las dificultades observadas en la técnica anterior.

Con este fin, la presente invención proporciona una composición de microdecapado basada en iones cúpricos según la reivindicación 1 que reduce el grado de ataque químico de la superficie de cobre a la vez que proporciona una superficie rugosa con los atributos de superficie deseados. Los inventores de la presente invención han descubierto que el uso de nitrilos en la composición de microdecapado, junto con aditivos adicionales opcionales, proporciona resultados ventajosos en comparación con composiciones de la técnica anterior.

Breve descripción de las figuras

Las Figuras 1A, 1B, y 1C representan imágenes de Scanning Electron Microscope (Microscopio electrónico de barrido - SEM) de superficies microdesbastadas preparadas según la presente invención usando acetónitrilo como fuente de nitrilo.

Las Figuras 2A, 2B, 2C, y 2D representan imágenes SEM de superficies microdesbastadas preparadas según la presente invención usando adiponitrilo como fuente de nitrilo.

Resumen de la invención

La presente invención se dirige a una composición de microdecapado mejorada y a un método para utilizar la misma para proporcionar rugosidad superficial a superficies de cobre y aleaciones de cobre, con el fin de mejorar la resistencia de unión entre la superficie de cobre o aleación de cobre y una composición de resina aplicada sobre la misma.

Con este fin, la presente invención se dirige a una composición de microdecapado según la reivindicación 1.

La presente invención también se dirige a un método de microdecapar una superficie metálica según la reivindicación 17, en particular, superficies de cobre o aleación de cobre, para aumentar la adherencia de la superficie de cobre a un material polimérico, comprendiendo el método las etapas de:

- 1) poner en contacto una superficie cobre o aleación de cobre con la composición de la invención; y posteriormente
- 2) unir el material polimérico a la superficie de cobre o aleación de cobre.

Los inventores de la presente invención han descubierto que la composición anterior reduce significativamente la cantidad de cobre atacado químicamente durante la formación de la película en comparación con las composiciones de microdecapado de la técnica anterior a la vez que se mantiene un buen fomento de la adhesión. El proceso propuesto está especialmente adecuado a la producción de placas de circuitos impresos multicapa.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La presente invención se dirige a una composición para microdecapado mejorada que comprende:

- a) una fuente de iones cúpricos;
- b) ácido, en el que el ácido comprende un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido fórmico, ácido acético, ácido sulfámico y ácido toluenosulfónico;
- c) un compuesto de nitrilo; y
- d) una fuente de iones de haluro.

La fuente de iones cúpricos tiene la función de un agente oxidante para oxidar metales tales como cobre, aleaciones de cobre, etc. El uso de la fuente de iones cúpricos como el agente oxidante garantiza que la composición de microdecapado presente una velocidad de ataque químico y una profundidad de ataque químico adecuados en la superficie del metal. El cloruro cúprico, bromuro cúprico e hidróxido cúprico son ejemplos de fuentes de iones cúpricos que son de utilidad en la presente invención. En una realización preferida, la fuente de iones cúpricos es cloruro cúprico. La concentración de la fuente de iones cúpricos es, típicamente, de aproximadamente 10 g/l a 60 g/l, más preferiblemente de aproximadamente 20 g/l a 50 g/l.

El ácido es un ácido inorgánico o ácido orgánico seleccionado del grupo que consiste en ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido fórmico, ácido acético, ácido sulfámico y ácido toluenosulfónico.

Los compuestos de nitrilo adecuados incluyen mononitrilos, dinitrilos y multinitrilos. Los mononitrilos adecuados tienen la fórmula $H-RCN$, en donde R es un alquileo sustituido o no sustituido (preferiblemente de 1 a 8 átomos de carbono), un arileno sustituido o no sustituido (preferiblemente benceno) o un alquilarileno sustituido o no sustituido (preferiblemente de 7 a 12 átomos de carbono). Los grupos R más grandes pueden tener menor solubilidad, muestran tendencia a dejar residuos sobre el sustrato, contribuyen con menos grupos nitrilo en comparación con el peso del material añadido, o por otros motivos son menos adecuados que las moléculas más pequeñas preferidas. El grupo

sustituido o R puede ser un halógeno, hidróxido, NH_2 , COOH o un grupo heterocíclico tal como imidazol, piridina y triazol. Los mononitrilos preferidos incluyen acetonitrilo, propionitrilo, isobutironitrilo, dicianidamida, aminocrotonitrilo, hidroxibutironitrilo, cianoimidazol y cianopiridina. El acetonitrilo es especialmente preferido.

5 Los dinitrilos son también adecuados para su uso en la presente invención. Los dinitrilos adecuados tienen típicamente la fórmula $\text{NC}-\text{R}-\text{CN}$ donde R es un alquileo sustituido o no sustituido (preferiblemente de 1 a 8 átomos de carbono), arileno sustituido o no sustituido (preferiblemente benceno) o alquilarileno sustituido o no sustituido (preferiblemente de 7 a 12 átomos de carbono). Por alquilarileno se entiende un arilo con una o más cadenas laterales de alquilo y los dos grupos CN unidos bien al arilo, al alquilo, o uno al arilo y uno al alquilo. Los dinitrilos con grupos R mayores que los indicados son menos preferidos por los motivos anteriormente razonados con respecto a los mononitrilos más grandes. El grupo R sustituido puede ser halógeno, hidróxido, NH_2 , COOH o un grupo heterocíclico tal como imidazol, piridina y triazol. Los dinitrilos preferidos incluyen malonitrilo, succinonitrilo, dicianoimidazol, glutaronitrilo, adiponitrilo, y ftalonitrilonio. El adiponitrilo es especialmente preferido.

15 Los multinitrilos son también adecuados para usar en la presente invención. Los multinitrilos son, de forma típica, compuestos químicos que tienen más de dos grupos ciano en una molécula. Los multinitrilos adecuados incluyen poliacrilonitrilo y sus copolímeros. Los multinitrilos preferidos incluyen poliacrilonitrilo y copolímero de poliacrilonitrilo con ácido acrílico.

20 La concentración del compuesto de nitrilo es, de forma típica, de aproximadamente 0,01 % a 20 % en peso, más preferiblemente de aproximadamente 0,05 % a 10 % en peso.

La composición de microdecapado también contiene una fuente de iones haluro, que son compuestos que proporcionan iones haluro en la matriz de la composición de microdecapado. Los iones haluro se utilizan para ayudar a disolver el metal (es decir, el cobre) y a garantizar la producción de superficies de cobre con capacidades superiores de adherencia y soldado. Los iones fluoruro, los iones cloruro y los iones bromuro se pueden usar como la fuente de iones haluro, aunque generalmente se prefieren los iones cloruro. Los iones de haluro se añaden a la composición en forma de un compuesto que se puede disociar para dar un ion haluro en solución. Los ejemplos de fuentes de iones haluro preferidas incluyen sales de metales alcalinos tales como cloruro de sodio, cloruro de amonio y cloruro de potasio, oxohaluros tales como clorato de sodio y clorato de potasio, ácidos minerales que contienen haluros tales como ácido clorhídrico, o cloruro de cobre.

Para optimizar el comportamiento de la composición de microdecapado, también se pueden incluir otros aditivos en la composición de la invención. Estos aditivos se seleccionan de forma típica del grupo que consiste en disolventes orgánicos, aminas, poliaminas, acrilamida e iones de molibdeno.

Los disolventes orgánicos adecuados incluyen butil carbitol, dietilenglicol butil éter y propilenglicol. Los disolventes orgánicos también se pueden usar para disolver sólidos que pueden precipitar de las composiciones de microdecapado de la invención.

Las aminas adecuadas incluyen N,N-dietiletanolamina y trietilentetramina. Las poliaminas adecuadas incluyen P-400 (polietileneimina, Mn 423, comercializada por Aldrich Chemical Co.).

Las fuentes de iones de molibdeno adecuadas incluyen cualquier compuesto que contenga molibdeno soluble en la solución acuosa de la invención. Las fuentes de iones de molibdeno preferidas son sales de molibdato, tales como molibdato de sodio y ácido fosfomolíbico. Otras fuentes de iones de molibdeno adecuadas incluyen ácido molíbico, anhídrido molíbico y sales del ácido fosfomolíbico.

La presente invención también se dirige a un método mejorado para microdecapar una superficie metálica, en particular, superficies de cobre o aleación de cobre, para aumentar la adherencia de la superficie de cobre a un material polimérico, comprendiendo el método las etapas de:

- 1) poner en contacto una superficie cobre o aleación de cobre con la composición de la invención; y posteriormente
- 2) unir el material polimérico a la superficie de cobre o aleación de cobre.

Aunque se citan las superficies de cobre, la superficie metálica a tratar puede comprender una variedad de metales tales como cobre, aleaciones de cobre, níquel y hierro. Sin embargo, el proceso de la invención produce los mejores resultados cuando las superficies metálicas comprenden cobre o aleaciones de cobre. El material polimérico puede ser una variedad de materiales poliméricos que incluyen materiales preimpregnados (pre-preg), dieléctricos para obtención de imágenes, resinas para obtención de fotoimágenes, máscaras de soldadura, adhesivos o materiales poliméricos resistentes al ataque químico.

La superficie metálica se puede tratar con la composición de microdecapado en una variedad de formas, que incluyen inmersión, pulverización o inundación. La temperatura de la composición que fomenta la adhesión durante el tratamiento puede estar comprendida de 126,7 a 65,6 °C (80 °F a 150 °F) pero es preferiblemente de 32,2 a 48,9 °C

(90 °F a 120 °F). El tiempo de tratamiento variará dependiendo de la temperatura y el método de tratamiento, pero puede estar comprendido de 15 segundos a 15 minutos y es preferiblemente de 30 segundos a 2 minutos.

Los siguientes ejemplos son ilustrativos de la invención pero no deben considerarse como limitantes:

Ejemplo 1:

El acetonitrilo se analizó como un aditivo en un sistema de microdecapado convencional de cloruro de cobre/cloruro de sodio. El sistema modificado tiene la siguiente composición:

Cloruro de cobre	43 g/l
Cloruro sódico	48 g/l
Acetonitrilo	200 g/l
Ácido clorhídrico hasta pH de 1,0	

La solución no produjo ningún resultado mejor que la solución convencional hasta que se utilizó una concentración de acetonitrilo más alta. A 200 ml/l de acetonitrilo, se obtuvo una superficie mate de color marrón con una profundidad de ataque químico de $4,3 \times 10^{-3}$ mm (170 micropulgadas).

Para reducir la profundidad del ataque químico, la concentración de cloruro de cobre se redujo hasta 15 g/l desde 43 g/l y no se añadió cloruro de sodio. La profundidad de ataque químico se redujo de esta forma a aproximadamente $1,5 \times 10^{-3}$ mm (59 micropulgadas). En la Figura 1A se proporciona una imagen con el scanning electron microscope (microscopio electrónico de barrido - SEM) de la superficie.

A continuación, el cobre se cargó a 5,3 g/l para envejecer artificialmente la solución. Se añadió cloruro de sodio para controlar la velocidad de ataque químico y se añadió ácido clorhídrico para controlar el pH. De esta forma, se obtuvo una profundidad de ataque químico de $0,56 \times 10^{-3}$ mm (22 micropulgadas). En la Figura 1B se proporciona una imagen SEM de la superficie. El cobre también se cargó a 6,1 g/l, y se obtuvo una profundidad de ataque químico de aproximadamente $1,7 \times 10^{-3}$ mm (69 micropulgadas). En la Figura 1C se proporciona una imagen SEM de la superficie.

De esta forma, se puede observar que la adición de acetonitrilo a la solución de microdecapado de cloruro de cobre proporcionó un resultado ventajoso.

Ejemplo 2:

La eficacia del adiponitrilo en un sistema de microdecapado de cloruro de cobre/cloruro de sodio también se sometió a ensayo según la invención, y se preparó la siguiente solución:

Cloruro de cobre	74 ml/l (43 g/l)
NaCl	48 g/l
Adiponitrilo	2 ml/l
Ácido clorhídrico hasta pH de 1,0	

Se obtuvo una profundidad de ataque químico de aproximadamente $1,5 \times 10^{-3}$ mm (60 micropulgadas) y en la Figura 2A se proporciona una imagen SEM de la superficie.

Cuando se añadió P-400 (polietilenimina, Mn 423) (comercializado por Aldrich Chemical Company) a la composición, se obtuvo una profundidad de ataque químico de aproximadamente $1,7 \times 10^{-3}$ mm (65 micropulgadas). En la Figura 2B se proporciona una imagen SEM de la superficie.

Se observó que los sólidos formados en la solución tras cargar el cobre y una capa de sólido de color amarillo estaban presentes sobre la superficie de cobre.

Se usó butil carbitol para disolver el sólido, y se preparó la siguiente solución:

Cloruro de cobre	74 ml/l
NH ₄ Cl	44 g/l
Butil carbitol	200 ml/l
Adiponitrilo	2 ml/l

Se obtuvo una profundidad de ataque químico inicial de $2,1 \times 10^{-3}$ mm (81 micropulgadas), y en la Figura 2C se proporciona una imagen SEM de la superficie. Después de eso, el cobre se cargó a una concentración de 5,3 g/l y se obtuvo una profundidad de ataque químico de $1,9 \times 10^{-3}$ mm (75 micropulgadas). En la Figura 2D se proporciona una imagen SEM de la superficie.

5 La concentración de cloruro de cobre se redujo hasta aproximadamente 36 ml/l (21,5 g/l) y la concentración de la concentración de butil carbitol se redujo hasta aproximadamente 100 ml/l (97 g/l). La solución mostró propiedades de ataque químico similares. Se cargaron 10 g/l de cobre, y una pequeña cantidad de cristales se formaron durante la noche, que se disolvieron mediante la adición de 50 ml/l de butil carbitol.

Por lo tanto, se puede observar que la adición de compuestos de nitrilo a las soluciones de microdecapado de cloruro de cobre proporciona un resultado ventajoso en comparación con la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de microdecapado para tratar superficies metálicas que comprenden:
 - 5 a) una fuente de iones cúpricos;
 - b) ácido, en donde el ácido comprende un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido fórmico, ácido acético, ácido sulfámico y ácido toluenosulfónico;
 - 10 c) un compuesto de nitrilo; y
 - d) una fuente de iones de haluro.
2. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, en donde la fuente de iones cúpricos comprende cloruro de cobre.
- 15 3. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, que comprende, además, un disolvente orgánico seleccionado del grupo que consiste en butil carbitol, dietilenglicol butil éter, propilenglicol y combinaciones de los anteriores.
- 20 4. La composición de microdecapado según la reivindicación 3, en donde el disolvente orgánico comprende butil carbitol.
5. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, que comprende, además, una fuente de iones de molibdeno.
- 25 6. La composición de microdecapado según la reivindicación 5, en donde la fuente de iones molibdeno comprende un aditivo seleccionado del grupo que consiste en molibdato de sodio, ácido fosfomolíbico, ácido molíbico, anhídrido molíbico, y sales de ácido fosfomolíbico.
- 30 7. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, en donde el compuesto de nitrilo comprende un compuesto de nitrilo seleccionado del grupo que consiste en acetonitrilo, propionitrilo, isobutironitrilo, adiponitrilo, malonitrilo, glutaronitrilo, ftalonitrilona, dicianoamida, aminocronitrilo, hidroxibutironitrilo, cianoimidazol, cianopiridina, copolímeros de poliacrilonitrilo y combinaciones de los anteriores.
- 35 8. La composición de microdecapado según la reivindicación 7, en donde el compuesto de nitrilo comprende acetonitrilo.
9. La composición de microdecapado según la reivindicación 7, en donde el compuesto de nitrilo comprende adiponitrilo.
- 40 10. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, en donde la concentración de la fuente de iones cúpricos es de 10 a 60 g/l.
- 45 11. La composición de microdecapado según la reivindicación 10, en donde la concentración de la fuente de iones cúpricos es de 20 a 50 g/l.
12. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, en donde la concentración del compuesto de nitrilo es de 0,01 % al 20 % en peso.
- 50 13. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, que comprende, además, una amina.
14. La composición de microdecapado según la reivindicación 13, en donde la amina comprende una amina seleccionada del grupo que consiste en N,N-dietiletanolamina y trietilentetramina.
- 55 15. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, que comprende, además, una poliamina.
16. La composición de microdecapado según la reivindicación 1, que comprende, además, una acrilamida.
- 60 17. Un método para microdecapar una superficie metálica para aumentar la adhesión de un material polimérico a la superficie metálica, comprendiendo el método las etapas de:
 - a) poner en contacto la superficie metálica con una composición de microdecapado que comprende:
 - i) una fuente de iones cúpricos;

- ii) ácido, en donde el ácido comprende un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido nítrico, ácido fórmico, ácido acético, ácido sulfámico y ácido toluenosulfónico;

iii) un compuesto de nitrilo; y

iv) una fuente de iones de haluro; y posteriormente

b) unir el material polimérico a la superficie metálica.

 18. El método según la reivindicación 17, en donde la etapa de poner en contacto la superficie metálica con la composición de microdecapado se realiza mediante pulverización, inmersión, o inundación.
 19. El método según la reivindicación 17, en donde la fuente de iones cúpricos comprende cloruro de cobre.
 20. El método según la reivindicación 17, en donde la composición de microdecapado comprende además un disolvente orgánico seleccionado del grupo que consiste de butil carbitol, dietilenglicol butil éter, propilenglicol, y combinaciones de los anteriores.
 21. El método según la reivindicación 20, en donde el disolvente orgánico comprende butil carbitol.
 22. El método según la reivindicación 17, en donde la composición de microdecapado comprende además una fuente de iones de molibdeno.
 23. El método según la reivindicación 22, en donde la fuente de iones molibdeno comprende un aditivo seleccionado del grupo que consiste en molibdato de sodio, ácido fosfomolibdico, ácido molíbdico, anhídrido molíbdico, y sales de ácido fosfomolíbdico.
 24. El método según la reivindicación 17, en donde el compuesto de nitrilo comprende seleccionado del grupo que consiste en acetonitrilo, propionitrilo, isobutironitrilo, adiponitrilo, malonitrilo, glutaronitrilo, ftalonitrilonio, dicianoamida, aminocronitrilo, hidroxibutironitrilo, cianoimidazol, cianopiridina, poliacrilonitrilo, copolímeros de poliacrilonitrilo y combinaciones de los anteriores.
 25. El método según la reivindicación 24, en donde el compuesto de nitrilo comprende acetonitrilo.
 26. El método según la reivindicación 24, en donde el compuesto de nitrilo comprende adiponitrilo.
 27. El método según la reivindicación 17, en donde la composición de microdecapado comprende además una amina.
 28. El método según la reivindicación 27, en donde la amina comprende una amina seleccionada del grupo que consiste en N,N-dietiletanolamina y trietilentetramina.
 29. El método según la reivindicación 17, en donde la composición de microdecapado comprende además una poliamina.
 30. El método según la reivindicación 17, en donde la composición de microdecapado comprende además una acrilamida.

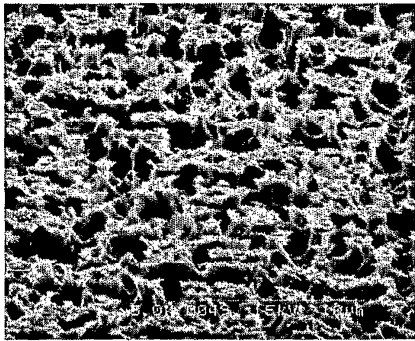


FIG. 1A

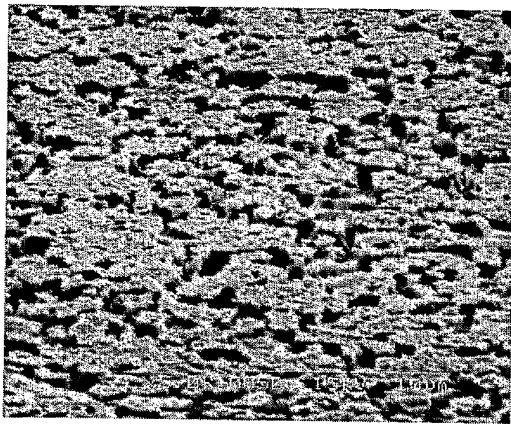


FIG. 1B

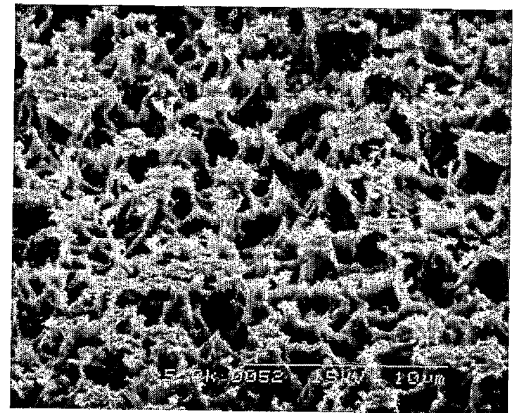


FIG. 1C

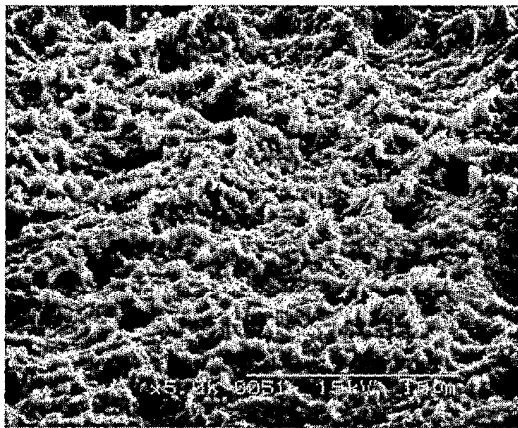


FIG. 2A

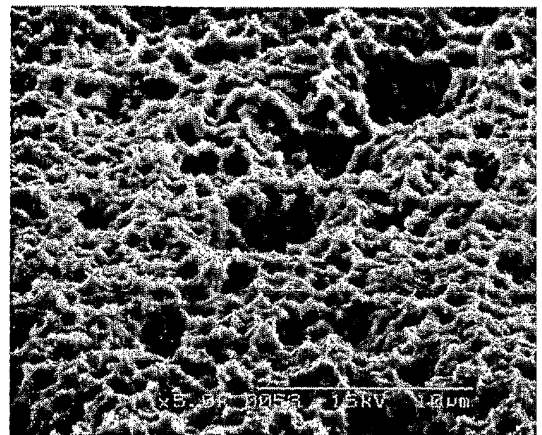


FIG. 2B

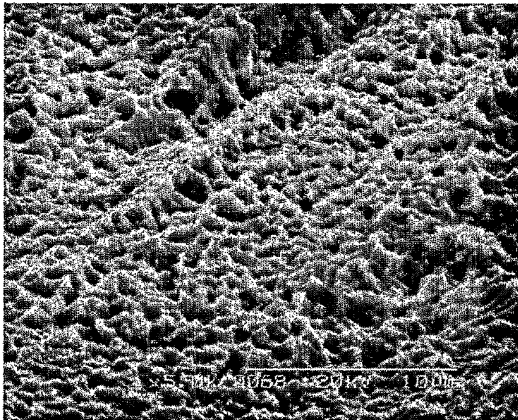


FIG. 2C

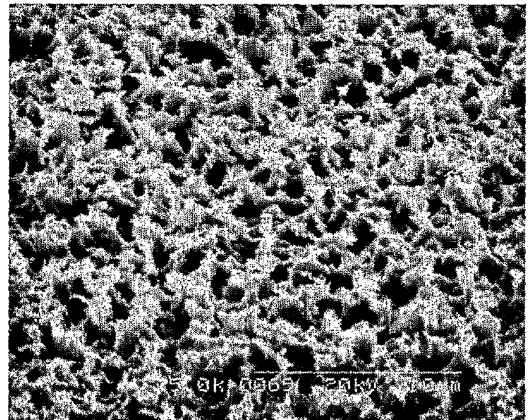


FIG. 2D