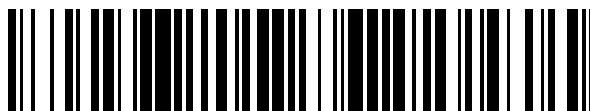


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 548 415**

51 Int. Cl.:

H05K 3/10 (2006.01)

H05K 3/18 (2006.01)

H01L 21/288 (2006.01)

H05K 3/38 (2006.01)

H01L 21/768 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.08.2012 E 12790696 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2015 EP 2745658**

54 Título: **Procedimiento para formar una imagen conductora sobre una superficie no conductora**

30 Prioridad:

19.08.2011 US 201161525662 P

09.12.2011 US 201161568736 P

23.02.2012 US 201213403797

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

16.10.2015

73 Titular/es:

**EARTHONE CIRCUIT TECHNOLOGIES
CORPORATION (100.0%)
2236 Rutherford Road, Suite 119
Carlsbad, CA 92008, US**

72 Inventor/es:

WISMANN, WILLIAM

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 548 415 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 formar una imagen conductora sobre una superficie no conductora.

5 **Campo**

La presente invención se refiere al campo de la fabricación de dispositivos electrónicos.

10 **Antecedentes**

10 Las imágenes conductoras sobre superficies no conductoras o dieléctricas se encuentran por todos lados en el mundo actual en el que la tecnología lo mueve todo. Tal vez el ejemplo más ampliamente conocido de las mismas son los circuitos integrados que se encuentran en prácticamente todos los dispositivos electrónicos. Los circuitos integrados son resultado de una secuencia de etapas de procesamiento fotográficas y químicas mediante las cuales se crean gradualmente los circuitos sobre un sustrato dieléctrico tal como una oblea de silicio.

15 Una oblea típica está compuesta por silicio extremadamente puro que se hace crecer dando lugar a lingotes cilíndricos monocristalinos, denominados monocristales, que presentan hasta 300 mm de diámetro. Los monocristales se rebanan dando lugar a obleas de aproximadamente 0,75 mm de grosor y se pulen para obtener una superficie plana muy lisa.

20 La formación de un circuito sobre una oblea requiere numerosas etapas que pueden clasificarse en dos partes principales: procesamiento de fabricación inicial (FEOL) y procesamiento de fabricación final (BEOL).

25 El procesamiento FEOL se refiere a la formación de circuitos directamente en el silicio. La oblea en bruto se somete en primer lugar a epitaxia, el crecimiento de cristales de silicio ultrapuro sobre la oblea, en el que los cristales imitan la orientación del sustrato.

30 Tras la epitaxia, la ingeniería de superficies inicial generalmente consiste en las etapas de crecimiento del dieléctrico de puerta, tradicionalmente dióxido de silicio (SiO_2), la estructuración de la puerta, la estructuración de las regiones fuente y de drenaje, y la posterior implantación o difusión de dopantes para obtener las propiedades eléctricas complementarias deseadas. En dispositivos de memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM), también se fabrican en este momento los condensadores de almacenamiento, normalmente apilados por encima del transistor de acceso.

35 Una vez creados los diversos dispositivos semiconductores, deben interconectarse para formar los circuitos eléctricos deseados, que comprenden la parte BEOL del procedimiento. BEOL implica crear hilos de interconexión metálicos que se aíslan mediante capas dieléctricas. El material aislante era tradicionalmente una forma de vidrio de silicato, SiO_2 , aunque pueden utilizarse otros materiales con constante dieléctrica baja.

40 Los hilos de interconexión metálicos comprenden con frecuencia aluminio. En un enfoque de conexión mediante hilos denominado aluminio sustractivo, se depositan películas de cobertura de aluminio, se estructuran y se graban para formar los hilos. A continuación se deposita un material dieléctrico sobre los hilos expuestos. Las diversas capas metálicas se interconectan mediante la creación mediante ataque de perforaciones, denominados pasos, en el material aislante y depositando tungsteno en las perforaciones. Este enfoque todavía se utiliza en la fabricación de chips de memoria tales como DRAM ya que el número de niveles de interconexión es pequeño.

45 Más recientemente, a medida que el número de niveles de interconexión ha aumentado debido al gran número de transistores que hay que interconectar ahora en un microprocesador moderno, el tiempo dedicado a la conexión mediante hilos se ha vuelto significativo, lo que ha impulsado un cambio en el material de conexión mediante hilos de aluminio a cobre y de dióxidos de silicio a material de K baja más nuevos. El resultado es no sólo un rendimiento mejorado sino un coste reducido así como que se sustituye la tecnología de aluminio sustractivo por un procesamiento damasceno, eliminándose de ese modo varias etapas. En el procesamiento damasceno, el material dieléctrico se deposita como película de cobertura, que después se estructura y se graba dejando perforaciones o zanjadas. En el procesamiento damasceno simple, se deposita entonces cobre en las perforaciones o zanjadas rodeadas por una película de barrera delgada, dando como resultado pasos rellenos o líneas de hilo. En la tecnología damascena doble, tanto la zanja como el paso se fabrican antes de la deposición de cobre, dando como resultado la formación tanto de pasos como de líneas de hilo simultáneamente, lo que reduce adicionalmente el número de etapas de procesamiento. La película de barrera delgada, denominada simiente de barrera de cobre (CBS), es necesaria para impedir la difusión de cobre en el dieléctrico. La película de barrera ideal es lo más delgada posible. Dado que la presencia de una película de barrera excesiva compite con la sección transversal de hilo de cobre disponible, la formación de la barrera continua más delgada posible representa uno de los mayores retos presentes en el procesamiento de cobre en la actualidad.

60 A medida que aumenta el número de niveles de interconexión, se requiere una planarización de las capas previas para garantizar una superficie plana antes de la litografía posterior. Sin ello, los niveles se volverían cada vez más

sinuosos y se extenderían fuera de la profundidad de enfoque de la litografía disponible, interfiriendo con la capacidad de estructuración. CMP (*chemical mechanical planarization*) es un método de procesamiento para conseguir tal planarización, aunque todavía se emplea en ocasiones el ataque posterior en seco si el número de niveles de interconexión es bajo.

5 El procedimiento anterior, aunque se ha descrito específicamente con respecto a la fabricación de chips de silicio, es bastante genérico para la mayoría de tipos de circuitos impresos, placas de circuito impreso, antenas, células solares, películas delgadas solares, semiconductores y similares. Como puede observarse, el procedimiento es sustractivo; es decir se deposita un metal, habitualmente cobre, de manera uniforme sobre una superficie de sustrato y después se elimina el metal no deseado, es decir, el metal que no comprende alguna parte del circuito final. Se conocen varios procedimientos aditivos, que resuelven algunos de los problemas asociados con el procedimiento sustractivo pero que generan sus propios problemas, de los que uno significativo implica la adherencia de una capa conductora formada al sustrato.

15 Se necesita un procedimiento aditivo para la fabricación de circuitos integrados que presente todas las ventajas de otros procedimientos aditivos pero que muestre propiedades de adhesión a sustratos mejoradas. La presente invención proporciona un procedimiento aditivo de este tipo.

20 El documento US2009269510 (A1) describe procedimientos y sistemas para aplicar dispositivos electrónicos impresos a diversos sustratos. En realizaciones específicas se proporcionan procedimientos y sistemas para proporcionar un recubrimiento de plata muy reflectante a un sustrato. Tales procedimientos incluyen utilizar un material fotocatalítico para iniciar la reducción de un complejo de plata aplicado al sustrato para proporcionar un recubrimiento de plata muy reflectante. El recubrimiento de plata puede conducir electricidad.

25 El documento WO 00/35259 (A2) describe un procedimiento para producir estructuras conductoras metálicas finas sobre un sustrato eléctricamente no conductor, según el cual se aplica un complejo de metal pesado eléctricamente no conductor al sustrato o se introduce en el mismo y el sustrato se somete selectivamente a radiación láser ultravioleta en la zona de las estructuras conductoras que van a producirse. Como resultado se liberan simientes de metales pesados y la zona se metaliza mediante reducción química.

30 El documento DE 10255520 (A1) describe la producción de tiras conductoras que comprende formar una película líquida con un líquido que presenta partículas eléctricamente conductoras sobre las superficies superiores de un circuito portador con un chip semiconductor o un componente electrónico con un chip semiconductor, estructurar la película por la acción de un aporte de energía local y formar una estructura de tira conductora compuesta por partículas eléctricamente conductoras sobre las superficies superiores, eliminar la película líquida que queda de las superficies para dejar la estructura de tira conductora y templar la estructura de tira conductora para unir las partículas conductoras formando tiras conductoras.

40 El documento US 2006143898 A1 describe un procedimiento para fabricar de manera sencilla y poco costosa una antena para una etiqueta RFID formando la antena mediante la utilización de imanes con un dibujo correspondiente a una forma de la antena. El procedimiento incluye a) colocar un sustrato por encima del nivel de un fluido que contiene una sustancia conductora, b) colocar un electrodo conformado con la forma de un dibujo de antena por encima de una superficie del sustrato, y aplicar una corriente al electrodo, para adherir la sustancia conductora al fondo del sustrato con la forma del dibujo de antena mediante una fuerza electromagnética, y c) fijar la sustancia conductora adherida al fondo del sustrato. Alternativamente, el procedimiento incluye a) colocar una película delgada por encima de imanes con la forma de un dibujo deseado, b) pulverizar una determinada cantidad de partículas conductoras que presentan una propiedad magnética deseada sobre una superficie de la película delgada para conformar las partículas conductoras con el mismo dibujo que el dibujo del imán, c) poner en contacto un sustrato, sobre el que se ha aplicado un adhesivo, con el dibujo de las partículas conductoras formado sobre la película delgada, para adherir el dibujo de partículas conductoras al sustrato, manteniendo el dibujo de las partículas conductoras, y d) fijar las partículas conductoras adheridas al adhesivo.

Sumario

55 La presente solicitud proporciona un procedimiento para formar una capa conductora sobre una superficie, según las reivindicaciones que siguen.

En un aspecto de esta invención, activar la superficie del sustrato comprende grabar la superficie.

60 En un aspecto de esta invención, grabar la superficie comprende ataque químico.

En un aspecto de esta invención, el grabado químico comprende ataque con un ácido, ataque con una base o ataque oxidativo.

65 En un aspecto de esta invención, grabar la superficie comprende ataque mecánico.

- En un aspecto de esta invención, grabar la superficie comprende ataque con plasma.
- En un aspecto de esta invención, grabar la superficie comprende ataque láser.
- 5 En un aspecto de esta invención, grabado con plasma o láser comprende grabar en un dibujo predeterminado.
- En un aspecto de esta invención, el campo magnético presenta una densidad de flujo magnético de por lo menos 1000 gauss.
- 10 En un aspecto de esta invención, el campo magnético es ortogonal a la superficie.
- En un aspecto de esta invención, depositar un complejo de coordinación metálico sobre por lo menos una parte de la superficie comprende utilizar una máscara.
- 15 En un aspecto de esta invención, la máscara comprende un circuito electrónico.
- En un aspecto de esta invención, el circuito electrónico se selecciona del grupo que consiste en un circuito analógico, un circuito digital, un circuito de señal mixta y un circuito RF.
- 20 En un aspecto de esta invención, exponer el complejo de coordinación metálico a radiación electromagnética comprende radiación de microondas, radiación infrarroja, radiación con luz visible, radiación ultravioleta, Radiación con rayos X o radiación gamma.
- 25 En un aspecto de esta invención, reducir el complejo de coordinación metálico a un metal con estado de oxidación cero comprende utilizar una combinación de metales y/o catalizadores.
- En un aspecto de esta invención, retirar el complejo de coordinación metálico no reducido de la superficie comprende lavar la superficie con un disolvente.
- 30 En un aspecto de esta invención, secar la superficie comprende secar a temperatura ambiental o secar a temperatura elevada.
- En un aspecto de esta invención, secar la superficie a temperatura ambiental o elevada comprende utilizar una cámara de vacío.
- 35 En un aspecto de esta invención, depositar un material conductor sobre la superficie comprende deposición electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido.
- 40 En un aspecto de esta invención, deposición electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido comprende:
- poner en contacto un terminal negativo de una alimentación de corriente continua con por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido;
- 45 proporcionar una disolución acuosa que comprende una sal del metal que va a depositarse, un electrodo realizado en el metal sumergido en la disolución acuosa o una combinación de los mismos;
- poner en contacto un terminal positivo de la alimentación de corriente continua con la disolución acuosa;
- 50 poner en contacto por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido con la disolución acuosa; y
- encender la alimentación.
- 55 En un aspecto de esta invención, depositar un material conductor sobre la superficie comprende deposición no electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido.
- 60 En un aspecto de esta invención, la deposición no electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido comprende poner en contacto por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico con una disolución que comprende una sal del metal, un agente complejante y un agente reductor.

En un aspecto de esta invención, depositar una material conductor sobre la superficie comprende la deposición de una sustancia conductora no metálica sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido.

5 En un aspecto de esta invención, el material conductor no metálico se deposita sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido mediante dispersión electrostática.

En un aspecto de esta invención, se activa toda la superficie del sustrato no conductora y se deposita el complejo de coordinación metálico sobre toda la superficie.

10 En un aspecto de esta invención, se activa toda la superficie del sustrato no conductora y se deposita el complejo de coordinación metálico sobre una parte de la superficie activada.

15 **Descripción detallada**

Breve descripción de las figuras

La figura en la presente memoria se proporciona únicamente para ayudar a comprender la presente invención y no pretende limitar, ni ha de interpretarse como que limita, el alcance de esta invención en modo alguno.

20 La figura 1 muestra un sustrato que va a procesarse utilizando el procedimiento de esta invención, en el que el sustrato está situado en un campo magnético de manera que el campo es ortogonal al plano de la superficie del sustrato.

25 **Exposición**

Ha de entenderse que, por lo que respecta a esta descripción y a las reivindicaciones adjuntas, una referencia a cualquier aspecto de esta invención realizada en singular incluye el plural y viceversa a menos que se indique expresamente o quede claro sin ambigüedad alguna por el contexto que esa no es la intención.

30 Tal como se utiliza en la presente memoria, cualquier término de aproximación tal como, sin limitación, cerca de, alrededor de, aproximadamente, sustancialmente, esencialmente y similares, significa que la palabra o frase modificada por el término de aproximación no tiene que ser exactamente la escrita sino que puede variar en cierta medida con respecto a la descripción escrita. La medida en que puede variar la descripción dependerá de hasta qué punto puede implementarse un cambio y hasta qué punto un experto habitual en la materia reconocerá la versión modificada como que todavía presenta las propiedades, características y capacidades de la palabra o frase sin modificar por el término de aproximación. En general, aunque teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, un valor numérico en la presente memoria que esté modificado por una palabra de aproximación puede variar con respecto al valor indicado un $\pm 10\%$, a menos que se indique expresamente lo contrario.

40 Tal como se utiliza en la presente memoria, la utilización de “preferido/a”, “preferiblemente”, o “más preferible”, y similares se refiere a preferencias existentes en el momento de la presentación de esta solicitud de patente.

45 Tal como se utiliza en la presente memoria, una “capa conductora” se refiere a una superficie eléctricamente conductora, por ejemplo, sin limitación, un circuito impreso.

50 Tal como se utiliza en la presente memoria, un “sustrato no conductor” se refiere a un sustrato compuesto por un material eléctricamente no conductor, en ocasiones denominado aislante o dieléctrico. Tales materiales incluyen, sin limitación, minerales tales como sílice, alúmina, magnesia, circonita y similares, vidrio y la mayoría de los plásticos. Ejemplos específicos, no limitativos, incluyen FR4, que es la designación genérica de resina epoxídica reforzada con fibra de vidrio tal como, sin limitación, poliimida PV9103 Kapton® de DuPont y polímero de cristal líquido ULTRALAM® (Rogers Corporation, Chandler AZ).

55 Tal como se utiliza en la presente memoria, “activar una superficie del sustrato no conductora”, o una parte de la misma, se refiere a hacer la superficie más propensa a la interacción con y a la unión física o química posterior a otro material dispuesto sobre la superficie del sustrato. En una realización de esta invención, el otro material puede comprender un complejo de coordinación metálico. Además, modificar las propiedades superficiales también se refiere a hacer la superficie más difusora con respecto a la radiación electromagnética incidente. La modificación de las propiedades superficiales puede conseguirse modificando la topografía o la permeabilidad de la superficie o una combinación de ambas. La topografía de la superficie puede modificarse mediante medios mecánicos o químicos o una combinación de ambos.

60 Los medios mecánicos para modificar las propiedades superficiales del sustrato incluyen, sin limitación, simple abrasión de la superficie tal como con papel de lija u otro material abrasivo, raspado de la superficie con una lima, rayado de la superficie con un objeto afilado tal como, sin limitación, una broca, y ataque láser. Combinaciones de

65

estos y otros procedimientos que dan como resultado una superficie sometida a abrasión se encuentran dentro del alcance de esta invención.

5 En algunas realizaciones, la superficie puede prepararse *ab initio* utilizando un molde que incluye un contorno con superficie sometida a abrasión y que conforma el sustrato con propiedades superficiales modificadas disponiendo un polímero fundido en el molde. Cuando se retira, el objeto moldeado presentará una superficie modificada en comparación con un objeto moldeado utilizando un molde con superficie lisa. Estos procedimientos de modificación de una propiedad superficial los conocen bien los expertos en la materia y no requieren mayor descripción.

10 Los medios químicos para modificar las propiedades superficiales de un sustrato incluyen, sin limitación, ataque con un ácido, ataque con una base, ataque oxidativo y ataque con plasma.

15 Ataque con un ácido, como su propio nombre implica, se refiere a la utilización de un ácido fuerte tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico. Una mezcla de ácido clorhídrico con ácido nítrico produce *aqua regia*, un ácido extremadamente fuerte que puede utilizarse para modificar las propiedades superficiales de un sustrato. Sin embargo, lo más habitual es que la superficie que va a grabarse con ácido sea un vidrio y el ácido utilizado para grabar el vidrio sea ácido fluorhídrico. Esta y otras tecnologías de ataque con un ácido se conocen bien en la técnica y no requieren tampoco mayor explicación.

20 El ataque con una base es lo contrario al ataque con un ácido e implica la utilización de una sustancia básica para modificar la topología de la superficie de un sustrato. Muchos polímeros orgánicos son susceptibles de disolución química con sustancias básicas. Por ejemplo, sin limitación, el hidróxido de potasio reaccionará con poliésteres, poliimidas y poliepóxidos para modificar sus propiedades superficiales. Los expertos en la materia conocerán otros materiales susceptibles de ataque con una base. Todos estos materiales entran dentro del alcance de esta invención.

El ataque oxidativo se refiere a la modificación de las propiedades superficiales de un sustrato poniendo en contacto la superficie con un oxidante fuerte tal como, sin limitación, permanganato de potasio.

30 El ataque con plasma se refiere al procedimiento de golpear la superficie de un sustrato con un chorro a alta velocidad de una descarga luminiscente de un gas apropiado. Las especies de ataque pueden comprender iones cargados o átomos neutros y radicales. Durante el procedimiento de ataque, los elementos del material que está siendo grabados pueden reaccionar químicamente con las especies reactivas generadas por el plasma. Además, los átomos de la sustancia generadora de plasma pueden incrustarse en o justo por debajo de la superficie del sustrato, modificando adicionalmente las propiedades de la superficie. Al igual que con los otros procedimientos de modificación de las propiedades de una superficie, el ataque con plasma se conoce bien en la técnica y no es necesaria una descripción adicional a efectos de esta invención.

40 El ataque láser se conoce bien en la técnica. De manera resumida, se dirige un haz láser a la superficie que se encuentra en el plano focal del láser. El movimiento del láser se controla por ordenador. A medida que el punto focal del láser se mueve por la superficie, el material de la superficie, generalmente, se vaporiza dejando así la imagen que está trazándose mediante el láser sobre la superficie. Por lo que respecta a esta invención, el láser puede utilizarse para crear un dibujo global sobre la superficie de un sustrato o puede utilizarse para trazar la imagen real para hacerla finalmente conductora sobre el sustrato.

45 Otros medios para modificar las propiedades superficiales de un sustrato implican exponer la superficie del sustrato a un fluido que se sabe que ablanda la superficie, con frecuencia con un hinchamiento concomitante de la superficie. Cuando se aplica un material de recubrimiento a la superficie hinchada, el material puede interactuar físicamente en el límite entre éste y la superficie hinchada, lo que puede dar como resultado que el material se una más estrechamente a la superficie, en particular cuando se seca el sustrato recubierto.

50 Tal como se utiliza en la presente memoria, "aplicar un campo magnético" a una superficie del sustrato implica colocar una superficie del sustrato sobre o cerca de una fuente de un campo magnético. El campo magnético puede generarse mediante un imán permanente, un electroimán o una combinación de los mismos. Puede utilizarse un único imán o una pluralidad de imanes. La superficie del sustrato que está en contacto con o cerca del imán puede ser la superficie opuesta a la superficie sobre la que va a depositarse un complejo de coordinación metálico o puede ser la superficie sobre la que va a depositarse un complejo de coordinación metálico. Es decir, la fuente del campo magnético puede estar por encima o por debajo del sustrato, donde "por encima" se refiere a la superficie activada del sustrato y "por debajo" se refiere a la superficie opuesta a la superficie activada. Si el campo magnético se genera utilizando un imán permanente, puede utilizarse cualquier tipo de imán siempre que la intensidad del campo sea de por lo menos 1000 gauss, más preferiblemente por lo menos 2000 gauss. Un imán permanente actualmente preferido es un imán de neodimio. También se prefiere que un imán permanente presente dimensiones tales que toda o casi toda la superficie activada del sustrato esté contenida dentro de las dimensiones del imán. Una disposición de este tipo se muestra en la figura 1. En la figura 1, el sustrato 10 presenta una superficie 15 activada. El imán 20 permanente está dispuesto por debajo del sustrato 10 y colocado de manera que el campo magnético generado por el imán es ortogonal a la superficie 15 activada, lo que es una configuración actualmente preferida.

Tal como se utiliza en la presente memoria, se entiende que un “complejo de coordinación metálico paramagnético o ferromagnético” tendrá el significado que los expertos en la materia atribuyan a estas clases de complejos metálicos. El complejo de coordinación metálico debe ser ferro o paramagnético de modo que, cuando se dispone sobre la superficie del sustrato, se ve afectado por el campo magnético ortogonal. Sin atenerse a ninguna teoría particular, se cree que o bien el complejo, bajo la influencia del campo magnético, se verá atraído *in toto* hacia la fuente del campo magnético y de ese modo se inyectará más profundamente en la superficie del sustrato, o bien el campo puede hacer que los ligandos del complejo se alineen con el campo magnético atrayendo de ese modo los ligandos más hacia el interior del sustrato. También puede producirse una combinación de ambos procedimientos. El resultado en cualquier caso sería un complejo unido más estrechamente de lo que se conseguiría sin la influencia del campo magnético.

Una vez aplicado el complejo de coordinación metálico a la superficie del sustrato bajo la influencia del campo magnético aplicado, se retira la fuente del campo magnético.

El sustrato recubierto con el complejo de coordinación metálico se expone entonces a radiación electromagnética para activar el complejo de coordinación metálico hacia un agente reductor. Tal como se utiliza en la presente memoria, la radiación electromagnética incluye prácticamente todo el espectro de la misma, es decir, radiación de microondas, infrarroja, visible, ultravioleta, de rayos X y de rayos gamma. La composición del complejo de coordinación metálico puede manipularse para hacerlo sensible a un rango particular con el espectro electromagnético o, si se desea, pueden añadirse sensibilizadores al complejo cuando se dispone sobre el sustrato para hacer el complejo fotosensible o, si el complejo es inherentemente fotosensible, hacerlo incluso más. Tal como se utiliza en la presente memoria, “fotosensible” tiene la definición del diccionario: sensible o que responde a la luz o a otra energía radiante, lo que incluiría cada uno de los tipos de radiación mencionados anteriormente.

La exposición a la radiación hace que una parte del complejo de coordinación metálico sea susceptible a reducción. El agente reductor reducirá el complejo de coordinación metálico a metal elemental. El agente reductor puede ser cualquier sal que incluya metal, presentando el metal un potencial de reducción mayor, es decir, convencionalmente presenta más potencial de reducción negativa, que el metal del complejo de coordinación. El siguiente diagrama muestra el potencial de reducción de varias sustancias comunes. Las sustancias que están más arriba en la lista presentan capacidad de reducción de las que están debajo.

Agente reductor	Potencial de reducción (V)
Li	-3,04
Na	-2,71
Mg	-2,38
Al	-1,66
$H_{2(g)} + 2OH^-$	-0,83
Cr	-0,74
Fe	-0,44
H_2	0,00
Sn^{2+}	+0,15
Cu^+	+0,16
Ag	+0,80
$2Br^-$	+1,07
$2Cl^-$	+1,36
$Mn^{2+} + 4H_2O$	+1,49

El metal elemental que resulta de la etapa de reducción es, evidentemente, insoluble en la mayoría de disolventes. Por tanto, lavar la superficie del sustrato con un disolvente apropiado, que viene determinado por la composición del complejo de coordinación metálico inicial, eliminará el complejo no expuesto dejando el metal. El metal puede dispersarse de manera uniforme por la superficie del sustrato si la superficie del sustrato se expuso en general o el metal puede formar un dibujo discreto si la superficie del sustrato se expuso a través de una máscara. Una máscara es sencillamente un material que se coloca entre la fuente de la radiación electromagnética y la superficie del sustrato y que incluye una imagen que ha de transferirse a la superficie del sustrato. La imagen puede ser una imagen negativa en cuyo caso las partes de la superficie del sustrato que reciben radiación corresponden a las partes de la máscara que son transparentes a la radiación particular o la imagen puede ser una imagen positiva en cuyo caso las partes de la superficie del sustrato que reciben radiación corresponden a las partes fuera de las zonas de imagen de la máscara.

Una vez eliminado el complejo de coordinación metálico no expuesto, el sustrato se seca hasta la formación completa de la imagen metálica.

La imagen metálica puede utilizarse tal cual, metalizada con otro metal o recubierta con un material conductor no metálico.

Si la imagen metálica va a metalizarse con otro metal, esto puede conseguirse de manera electrolítica o no electrolítica. De esta manera se forma una capa de metal conductor solamente sobre las regiones de la imagen que comprenden la imagen metálica, siendo el resultado una superficie conductora elevada.

5 El metalizado no electrolítico de las partes de la imagen metálica de la superficie del sustrato puede conseguirse, sin limitación, poniendo en contacto la superficie con una disolución de una sal de un metal que va a depositarse en presencia de un agente complejante para mantener los iones metálicos en disolución y para estabilizar la disolución en general. La superficie con la sal de metal complejada en contacto con la misma o por lo menos cerca de la superficie se pone simultáneamente o consecutivamente en contacto con una disolución acuosa de un agente reductor. El complejo metálico se reduce para dar lugar al metal elemental que se adhiere a la imagen metálica ya presente sobre la superficie del sustrato; es decir, se obtiene como resultado una capa depositada de manera no electrolítica de metal sobre metal.

15 La disolución de complejo metálico y la disolución reductora pueden pulverizarse de manera concurrente sobre el sustrato con dibujo o bien desde unidades pulverizadoras independientes, dirigiéndose los chorros de pulverización de modo que intersequen en o cerca de la superficie del sustrato, o bien desde una unidad pulverizadora individual que dispone de depósitos y orificios de boquilla de pulverización independientes, mezclándose los dos chorros a medida que emergen de la boquilla pulverizadora e inciden sobre la superficie del sustrato.

20 El procedimiento de electrodeposición contemplado en la presente memoria se conoce bien en la técnica y no es necesario describirlo extensamente. De manera resumida, se conecta la imagen de metal elemental con el terminal negativo (cátodo) de una alimentación de corriente continua, que puede ser simplemente una batería aunque, más comúnmente, es un rectificador. El ánodo, que constituye el segundo metal que va a depositarse sobre la imagen del primer metal, se conecta al terminal positivo (ánodo) de la alimentación. El ánodo y el cátodo se conectan eléctricamente por medio de una disolución de electrolito en la que se sumerge la superficie metálica con la imagen o ésta se baña al entrar en contacto con una pulverización de la disolución.

25 La disolución de electrolito contiene sales de metal disueltas del metal que va a metalizarse así como otros iones que hacen el electrolito conductor.

30 Cuando se aplica energía eléctrica al sistema, el ánodo metálico se oxida para producir cationes del metal que va a depositarse y los cationes cargados positivamente migran al cátodo, es decir, la imagen metálica sobre la superficie del sustrato, donde se reducen al metal de estado de valencia cero y se depositan sobre la superficie.

35 En una realización de esta invención, puede prepararse una disolución de cationes del metal que va a depositarse y puede pulverizarse la disolución sobre la construcción metalizada.

40 El material conductor que va aplicarse mediante recubrimiento sobre la imagen de metal elemental también puede comprender una sustancia conductora no metálica tal como, sin limitación, carbono o un polímero conductor. Tales materiales pueden depositarse sobre la imagen metálica mediante técnicas tales como, sin limitación, recubrimiento con polvo electrostático y recubrimiento por dispersión electrostática, lo que puede llevarse a cabo como procedimiento en mojado (a partir de disolvente) o en seco. El procedimiento puede llevarse a cabo cargando electrostáticamente la imagen metálica y después poniendo en contacto la imagen con partículas de tamaño nano o micrométrico que se han cargado electrostáticamente con la carga contraria a la aplicada a la imagen metálica. Además, para garantizar adicionalmente que sólo se recubre la imagen metálica, el sustrato no conductor puede ponerse a tierra para eliminar cualquier posibilidad de que se desarrolle una carga atractiva sobre el sustrato o el sustrato puede cargarse con una carga de igual polaridad que la sustancia que va a depositarse de manera que la sustancia es repelida por el sustrato.

50 Ejemplos

Ejemplo 1

55 1. Se graba químicamente poliimida PV9103 Kapton de DuPont, en pequeñas láminas utilizando una mezcla de KOH 0,1 N (5,6 gramos de hidróxido de potasio por 1 litro de agua desionizada (DI)) con un 60% en peso de disolución de alcohol isopropanol, durante de 2 a 4 minutos.

2. Se enjuaga la lámina de poliimida grabada con agua DI y se seca durante 30 minutos en un horno a 100°C.

60 3. Se suspenden 10 gramos de oxalato de amonio férrico en 25 ml de agua DI (en el cuarto oscuro) (Disolución 1).

4. Se mezclan 10 gramos de oxalato de amonio férrico con 1,0 gramo de clorato potásico y 25 ml de agua DI (también en el cuarto oscuro) (Disolución 2).

65 5. Se mezclan 2,3 gramos de tetracloroplatinato (II) de amonio con 1,7 gramos de cloruro de litio y 2 ml de agua DI (Disolución 3).

6. Se mezclan entre sí las disoluciones 1, 2 y 3 en cantidades iguales.

5 7. Se coloca la lámina de poliimida grabada sobre un imán de 2000 gauss que presenta dimensiones mayores que las de la lámina de poliimida y se aplica la mezcla de la etapa 6 formando una capa delgada por la superficie de la lámina (en el cuarto oscuro) con un cepillo de esponja.

10 8. Se secó la lámina de poliimida recubierta al aire durante 30 minutos (alternativamente la lámina recubierta puede colocarse en un horno a 40°C durante aproximadamente 5 minutos o hasta que se haya secado).

10 9. Se colocó una máscara que comprendía la imagen a modo de solapas de tracción deseada encima del recubrimiento.

15 10. Se expuso la superficie con máscara de la lámina de poliimida a una fuente de luz ultravioleta ASC365 a intensidad máxima durante no menos de 3 minutos.

20 11. Se retiró la fuente de luz, se separó la máscara de la superficie del sustrato y se enjuagó la superficie durante 5 minutos con agua DI y después se colocó en un baño de ácido etilenediaminotetraacético (EDTA) que comprende 15 gramos de EDTA por 1000 ml de agua DI, 10 minutos.

12. Se colocó el sustrato enjuagado en un horno a 40°C durante 5 minutos o hasta que se secó.

25 13. Se colocó el sustrato en un baño que comprendía Electroless Cuposit 328 de Shipley con el 27,5% de 328 (A-12,5%, L-12,5%, C-2,5%) y el 72,5% de agua DI a 25°C durante intervalos de 5 minutos hasta el metalizado mediante grabado.

14. Se enjuagó la poliimida metalizada con cobre resultante con agua DI durante 10 minutos y se secó al aire durante 30 minutos (o puede colocarse en un horno a 40°C durante 5 minutos o hasta que se haya secado).

30 **Ejemplo 2**

1. Se atacó químicamente una lámina de polímero de cristal líquido (LCP) ULTRALAM 3000 de Rogers con E-prep 102 de Electro-Brits, aproximadamente el 5% en volumen (40 gramos por litro de hidróxido de sodio).

35 2. Se enjuagó estáticamente la lámina seguido de un enjuagado con cascada doble.

3. Se proceso a continuación la lámina grabada enjuagada con E-Neutralizer y después volvió a enjuagarse.

40 4. Se sumergió entonces la lámina en una disolución al 10% de ácido sulfúrico durante 10 segundos y se enjuagó.

5. Se disolvieron 10 gramos de nitrato de plata en 25 ml de agua DI (en el cuarto oscuro).

6. se mezclaron 5 gramos de cromato potásico con 5 ml de agua DI (en el cuarto oscuro).

45 7. Se añadieron gotas de nitrato de plata a la disolución de cromato potásico hasta que se forma un precipitado rojo. Se dejó reposar la mezcla durante 24 horas y después se filtró y se diluyó hasta 100 ml con agua DI (en el cuarto oscuro).

50 8. Se colocó entonces la lámina sobre un imán de 2000 gauss y se le aplicó la mezcla de cromato de plata formando una capa delgada (en el cuarto oscuro) con un cepillo de esponja.

9. Se colocó la lámina recubierta en un horno a 40°C durante 10 minutos o hasta que se secó.

55 10. Se colocó una máscara diseñada mediante prueba de tracción sobre la superficie recubierta de la lámina de LCP.

11. Se expuso entonces la lámina de LPC con máscara a luz ultravioleta desde una fuente de luz ultravioleta ASC365 durante 5 minutos.

60 12. Se retiró la fuente de luz UV, se separó la lámina de LCP de la máscara y se enjuagó durante 5 minutos con agua DI y después se colocó en un baño de EDTA (15 gramos de EDTA, por 1000 ml de agua DI) durante 10 minutos.

65 13. Se enjuagó entonces la lámina de LCP con agua DI durante 10 minutos y se puso en un horno a 40°C durante 5 minutos o hasta que se secó.

14. Se colocó entonces la lámina de LCP en un baño que comprendía Electroless Cuposit 328 de Shipley con el 27,5% de 328 (1-12,5%, L-12,5%, C-2,5%) y el 72,5% de agua desionizada a 25°C durante intervalos de 5 minutos para el metalizado mediante grabado.

- 5 15. Se retiró la lámina de LCP metalizada con cobre del baño, se enjuagó durante 10 minutos y después se colocó en un horno a 40°C durante 5 minutos hasta que se secó.

Ejemplo 3

- 10 1. Se atacó químicamente una lámina delgada (0,15" de grosor) de FR4 con una disolución al 10% de ácido sulfúrico durante 3 minutos y después con una disolución al 6% de hidróxido de potasio.
2. Se enjuagó entonces la lámina con agua DI.
- 15 3. Se mezclaron 30 gramos de citrato férrico de amonio (la forma verde, 7,5% de amoniaco, 15% de hierro y 77,5% de ácido cítrico hidratado) con 35 ml de agua DI templada (50°C) (en el cuarto oscuro) y después se completó hasta un volumen final de 50 ml con agua DI en un frasco ámbar (en el cuarto oscuro).
- 20 4. Se mezclaron 1,8 gramos de cloruro de amonio en 20 ml de agua DI caliente (70-80°C) con agitación con 3 gramos de cloruro de paladio (II) hasta la disolución, y después se completó hasta 25 ml mediante la adición de agua DI.
5. Se filtró la mezcla y se introdujo en un frasco una vez fría.
- 25 6. Se añadieron 6 gotas del citrato férrico de amonio a 1 gota de disolución de cloruro de paladio en un vaso de precipitados hasta obtener 20 ml de disolución (en el cuarto oscuro).
7. Se colocó la lámina de FR4 sobre un imán de 2000 gauss con dimensiones mayores que las de la lámina de FR4 y se aplicó la disolución de complejo coordinado con cepillo de esponja formando una capa delgada sobre la superficie de la lámina (en el cuarto oscuro).
- 30 8. Se colocó entonces la lámina de FR4 en un horno a 40°C durante 10 minutos o hasta que se secó.
9. Se colocó entonces una máscara diseñada mediante prueba de tracción sobre la superficie tratada de la lámina de FR4.
- 35 10. Se expuso entonces la lámina de FR4 con máscara a luz UV desde un emisor ultravioleta ASC365 durante 6 minutos.
- 40 11. Se retiró la fuente de luz UV, se separó la máscara de la lámina de FR4, se enjuagó la lámina durante 5 minutos con agua DI y después se colocó en un baño de EDTA (15 gramos de EDTA, por 1000 ml de agua DI), 10 minutos.
12. Se retiró la lámina de FR4 del baño de EDTA, se enjuagó con agua DI durante 10 minutos y después se colocó en un horno a 40°C durante 5 minutos o hasta que se secó.
- 45 13. Se colocó la lámina de FR4 en un baño de Electroless Cuposit 328 de Shipley con el 27,5% de 328 (A-12,5%, L-12,5%, C-2,5%) y el 72,5% de agua desionizada a 25°C durante intervalos de 5 minutos para el metalizado mediante grabado.
- 50 14. Se enjuagó entonces la lámina de FR4 metalizada con cobre durante 10 minutos y se puso en un horno a 40°C durante 5 minutos hasta que se secó.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para formar una capa conductora sobre una superficie, que comprende realizar las siguientes etapas en orden:
- 5 activar por lo menos una parte de una superficie del sustrato no conductora;
- aplicar un campo magnético a la superficie;
- 10 depositar un complejo de coordinación metálico sobre por lo menos una parte de la parte activada de la superficie;
- retirar el campo magnético;
- 15 exponer el complejo de coordinación metálico a una radiación electromagnética;
- reducir el complejo de coordinación metálico a un metal elemental;
- eliminar el complejo de coordinación metálico no reducido de la superficie;
- 20 secar la superficie; y
- depositar un material conductor sobre la superficie.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que activar la superficie del sustrato comprende grabar la superficie.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, en el que grabar la superficie comprende uno de entre:
- 30 a) un grabado químico,
- b) un grabado químico que comprende un ataque con un ácido, ataque con una base o ataque oxidativo,
- c) un grabado mecánico,
- 35 d) un grabado con plasma,
- e) un ataque láser, y
- 40 f) un ataque con plasma o láser que comprende grabar en un dibujo predeterminado.
4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el campo magnético presenta una densidad de flujo magnético de por lo menos 1000 gauss.
- 45 5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que el campo magnético es ortogonal a la superficie.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que depositar un complejo de coordinación metálico sobre por lo menos una parte de la superficie comprende utilizar una máscara.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la máscara comprende un circuito electrónico, en el que el circuito electrónico puede ser uno de entre un circuito analógico, un circuito digital, un circuito de señal mixta y un circuito RF.
8. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que exponer el complejo de coordinación metálico a radiación electromagnética comprende una radiación de microondas, radiación infrarroja, radiación con luz visible, radiación ultravioleta, radiación con rayos X o radiación gamma.
- 55 9. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que reducir el complejo de coordinación metálico a un metal con estado de oxidación cero comprende utilizar una combinación de metales o catalizadores, o tanto metales como catalizadores.
- 60 10. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que eliminar el complejo de coordinación metálico no reducido de la superficie comprende lavar la superficie con un disolvente.
- 65 11. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que secar la superficie comprende uno de entre:

a) secar a temperatura ambiental o secar a temperatura elevada, y

b) secar la superficie a temperatura ambiental o elevada utilizando una cámara de vacío.

5 12. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que depositar un material conductor sobre la superficie comprende uno de entre:

10 a) una deposición electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido, y

b) una deposición electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido mediante las etapas siguientes:

15 poner en contacto un terminal negativo de una alimentación de corriente continua con por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido;

proporcionar una disolución acuosa que comprende una sal del metal que va a depositarse, un electrodo realizado en el metal sumergido en la disolución acuosa o una combinación de los mismos;

20 poner en contacto un terminal positivo de la alimentación de corriente continua con la disolución acuosa;

poner en contacto por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido con la disolución acuosa; y

25 encender la alimentación.

13. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que depositar un material conductor sobre la superficie comprende uno de entre:

30 a) una deposición no electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido, y

35 b) una deposición no electrolítica de un metal sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido que comprende poner en contacto por lo menos la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico con una disolución que comprende una sal del metal, un agente complejante y un agente reductor.

40 14. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que depositar un material conductor sobre la superficie comprende la deposición de una sustancia conductora no metálica sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido.

15. Procedimiento según la reivindicación 14, en el que el material conductor no metálico se deposita sobre la parte de la superficie que comprende el complejo de coordinación metálico reducido mediante dispersión electrostática.

45 16. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se activa toda la superficie del sustrato no conductora y el complejo de coordinación metálico se deposita sobre toda la superficie o sobre una parte de la superficie activada.

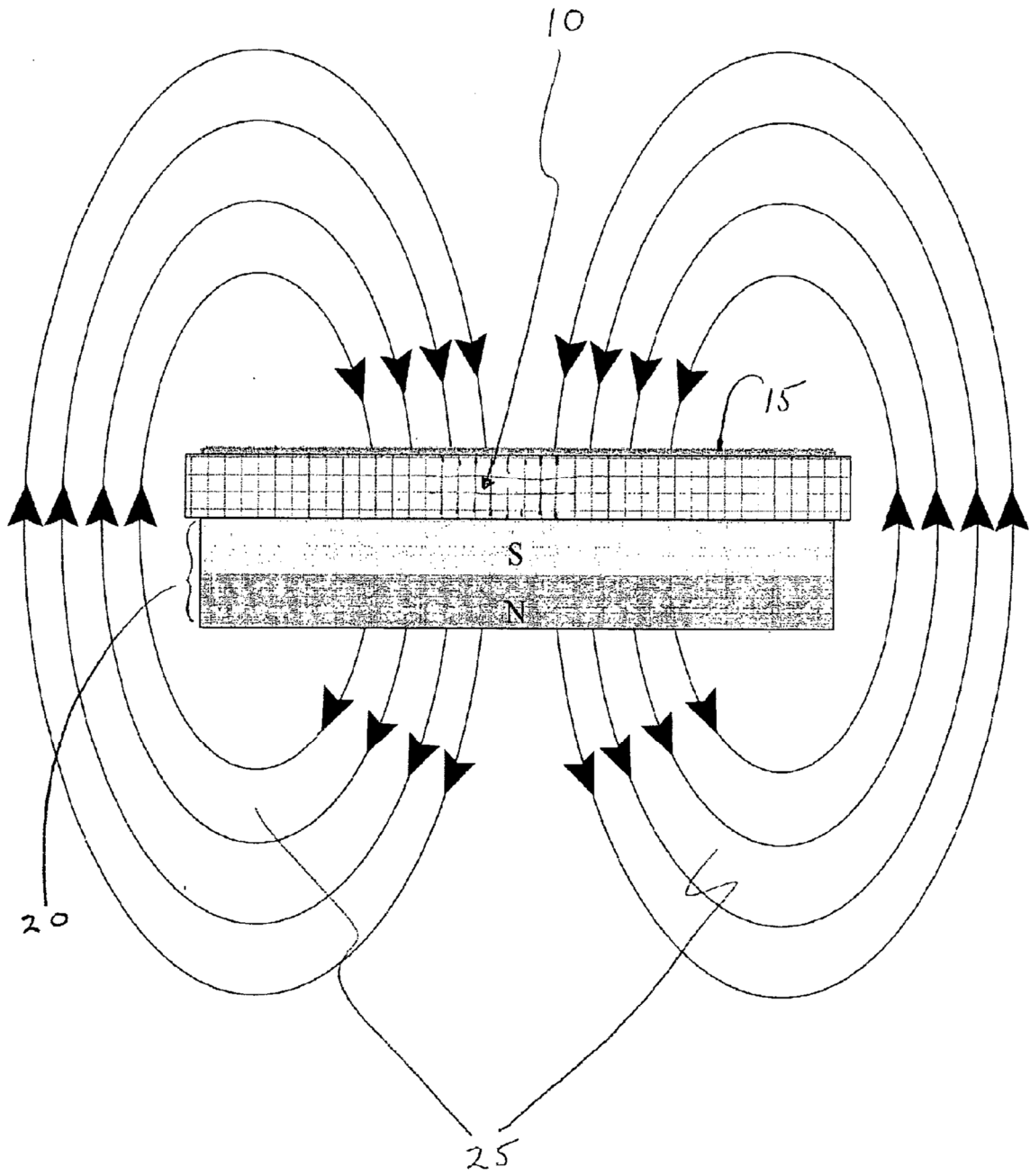


Figura 1