



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 367 024**

51 Int. Cl.:
H01L 51/00 (2006.01)
H05K 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04821363 .1**
96 Fecha de presentación : **17.02.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1634342**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **Método de fabricación de un dispositivo de interconexión electrónica utilizando la imagen directa de un material dieléctrico.**

30 Prioridad: **24.02.2003 US 372747**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.10.2011

73 Titular/es: **MacDermid Incorporated**
245 Freight Street
Waterbury, Connecticut 06702, US

72 Inventor/es: **Cullen, Donald, P.**

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 367 024 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

Método de fabricación de un dispositivo de interconexión electrónica utilizando la imagen directa de un material dieléctrico.

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un método de fabricación de un dispositivo de interconexión electrónica utilizando la imagen directa de un material dieléctrico compuesto a través de la inclusión de un material conductor en el material compuesto que se convierte en no conductor durante la exposición a radiación electromagnética.

10

Antecedentes de la invención

Desde la década de 1970, los nanotubos de carbono (o nanofibras) se han identificado como materiales de interés para una gran variedad de aplicaciones. Los nanotubos se han contemplado para su uso en productos tales como pilas de combustible compactas, luces fluorescentes, y sensores.

15

Los nanotubos de carbono son láminas de grafito bidimensionales que se enrollan y se unen en estructuras tubulares. En el grafito, las órbitas de sus electrones externos forman tres lóbulos que destellan hacia afuera en ángulos de 120 grados. El grafeno, una sola capa atómica de grafito, se compone de una estructura tipo panal bidimensional de átomos de carbono unidos. Cada lóbulo se une con un lóbulo de un átomo de carbono próximo, formando un patrón de tipo panal, formando uniones entre los átomos de carbono que son más fuertes que aquellas del diamante. El grafito se hace extremadamente rígido, cuando los bordes opuestos de una lámina rectangular se conectan para formar un cilindro (nanotubo). Los nanotubos de carbono tienen por lo general diámetros en el intervalo de 1 a 100 nanómetros y pueden variar en longitud hasta aproximadamente 100 micrómetros, aunque son posibles otros diámetros y longitudes.

20

25

Los nanotubos de carbono pueden tener una construcción de una sola pared (SWNT) o una construcción de múltiples paredes (MWNT). Los nanotubos de carbono de una sola pared son conductores más puros que los nanotubos de carbono de múltiples paredes y por lo general tienen un diámetro de aproximadamente 1 a 4 nanómetros. Por otro lado, nanotubos de carbono de múltiples paredes tienen por lo general un diámetro de aproximadamente 2 a 40 nanómetros. Los nanotubos de carbono de múltiples paredes pueden variar desde metálicos para aislamiento, y debido a que pueden existir diferencias entre cada tubo en una construcción de paredes múltiples, se prefieren los nanotubos de carbono de una sola pared nanotubos para muchas aplicaciones.

30

35

Los experimentos y la teoría han demostrado que los nanotubos de carbono con una sola pared pueden ser bien metales o semiconductores, sus propiedades eléctricas pueden competir, o incluso superar, los mejores metales o semiconductores conocidos. Las notables propiedades eléctricas de los nanotubos de carbono de una sola pared se derivan de la inusual estructura electrónica del grafeno. Los nanotubos pueden ser conductores o bien semiconductores, dependiendo de cómo se enrolla el tubo.

40

Los nanotubos de carbono se producen por la combinación de una fuente de carbono con un material catalítico nanoestructurado, tales como el hierro o el cobalto, a temperaturas elevadas. Las fuentes de carbono empleadas hasta la fecha incluyen grafito a granel, hidrocarburos y monóxido de carbono. A temperaturas elevadas, el catalizador tiene una alta solubilidad de carbono. El carbono en la partícula se enlaza hasta formar el grafeno y se envuelve alrededor del catalizador para formar un cilindro. El crecimiento posterior se produce a partir de la adición continua de carbono a la base del tubo en la interfaz de nanopartículas/tubo. Crear las condiciones adecuadas de crecimiento se puede hacer en una variedad de formas, incluyendo las técnicas de síntesis a granel, tales como la síntesis de arco y el crecimiento asistido por láser. Una técnica alternativa es hacer crecer los nanotubos directamente sobre el sustrato, por ejemplo, mediante el uso de deposición de vapor químico.

45

50

Los nanotubos pueden suministrar como no conductores a través de la aplicación de radiación electromagnética. La radiación se puede aplicar de tal manera que cause la destrucción total o parcial de la estructura tubular, lo que resulta en una pérdida de conductividad a granel. Los investigadores han determinado que los nanotubos de una sola pared se encienden cuando se exponen a un destello fotográfico convencional, como se ha descrito por Ajayan y otros, "Nanotubes in a flash – Ignition and Reconstruction", Science, vol. 296 del 26 de abril de 2002. Este fotoefecto ocurre para nanotubos de carbono de una sola pared elaborados por técnicas de arco de carbón, ablación por láser o deposición de vapor químico después de la exposición a un destello de la cámara a corta distancia. La ignición y combustión se producen cuando los aumentos locales de la temperatura son suficientes para iniciar la oxidación del carbono y propagarse como tanto calor se libere por la reacción exotérmica. El confinamiento de calor en nanoestructuras puede por tanto conllevar a la drástica reforma estructural y, en ambientes oxidantes, inducir la ignición en condiciones inesperadas para materiales a granel. El impulso térmico se crea por la absorción de luz mediante los nanotubos de un destello de luz proximal.

55

60

Los nanotubos de carbono pueden ser buenos conductores de electricidad. Estos se utilizan actualmente en baterías de litio, ya que su capacidad para conducir electricidad facilita la recarga. Los nanotubos de carbono también se han

65

sugerido para su uso en condensadores electroquímicos. La patente de Estados Unidos. Nº 6.031.711 de Tennent y otros, describe el uso de nanofibras de grafito, que incluyen los fulerenos tubulares, nanotubos, y fibrillas, que se han funcionalizado mediante sustitución de productos químicos, tales como electrodos en condensadores electroquímicos.

5 Los nanotubos de carbono de una sola pared también se han sugerido para su uso en dispositivos de lógica y memoria molecular. La patente de Estados Unidos. Nº 6.423.583 de Avouris y otros, describe un método para modificar de forma permanente un nanotubo de carbono de una sola pared o de un nanotubo de carbono de paredes múltiples mediante el uso de descomposición eléctrica inducida por corriente para eliminar los nanotubos individuales que tienen una característica particular. El método se utiliza para ajustar las propiedades de un nanotubo compuesto, cambiando la proporción de nanotubos de componentes. Del mismo modo, la solicitud de patente de Estados Unidos publicada Nº 2002/0173083 A1 de Avouris y otros, cuyo objeto se incorpora por referencia en su totalidad, describe un método de inducir eléctricamente la descomposición de una pluralidad de nanotubos de fuga.

15 La patente de Estados Unidos Nº 6.472.705 de Bethune y otros, describe el uso de nanotubos de carbono con una sola pared en dispositivos microelectrónicos, tales como transistores de efecto de campo, en los que la capa de aislamiento contiene al menos una molécula de jaula cerrada, como fulerenos. Los nanotubos de carbono se definen como fulerenos alargados.

20 La patente de Estados Unidos Nº 6.420.092 de Yang y otros, describe un método de fabricación de un material dieléctrico con una constante dieléctrica utilizando un nanotubo de baja constante dieléctrica. Los inventores han descubierto que utilizar un nanotubo para una capa dieléctrica da como resultado una constante dieléctrica baja debido a la existencia de poros en toda la estructura del nanotubo. También se ha descubierto que los nanotubos tienen una buena estabilidad térmica, ya que no absorben fácilmente la humedad debido a la baja polaridad de la pared de nanotubos. Los inventores de la patente Nº 6.420.092 han determinado que la formación de la capa dieléctrica con un nanotubo estabiliza la calidad de la capa dieléctrica.

25 El documento US6057637 describe una pantalla de emisión de campo que comprende una composición de nanotubos de carbonos y de material aislante.

30 Las técnicas tradicionales de fabricación de interconexión electrónica para placas de circuitos impresos requieren múltiples etapas de procesamiento. Además, la densidad de las interconexiones electrónicas está prácticamente limitada por la capacidad que tiene el material compuesto para disipar el calor. El inventor de la presente invención ha determinado que la adición de los nanotubos de carbono de una sola pared en materiales con sustratos compuestos convencionales produce un material compuesto mejorado que permite la formación de circuitos en el material de sustrato compuesto a través de una exposición de una sola etapa a radiación electromagnética.

35 El uso del material de sustrato de la presente invención tiene una ventaja sobre los métodos tradicionales de fabricación de interconexión electrónica, porque el proceso para la formación de circuitos es una exposición de una sola etapa a radiación electromagnética en lugar de ser un proceso de múltiples etapas utilizado en la fabricación convencional. Otra de las ventajas de la utilización del nuevo material de la invención es la densidad de interconexiones electrónicas que se pueden lograr. Se imponen límites en los circuitos convencionales debido a que los límites del procesamiento del material son superiores a la resolución de las fuentes de radiación. En contraste, la distancia entre las áreas conductoras y no conductoras del material formadas por la presente invención sólo se limita por la resolución de la radiación de la exposición.

Sumario de la invención

50 La presente invención comprende un método para realizar un material de sustrato compuesto que comprende un material dieléctrico aislante, material de refuerzo fibroso y un material conductor, y posteriormente de forma selectiva la exposición del material conductor en el material de sustrato compuesto a radiación electromagnética para proporcionar las porciones no conductoras del material conductor. Preferiblemente, el material conductor consiste en nanotubos de carbono de una sola pared.

55 En una realización alternativa, los nanotubos de carbono funcionan como el material conductor y el material de refuerzo fibroso.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

60 El inventor ha descubierto que la adición de nanotubos en materiales de sustrato compuesto convencionales, que comprenden un material dieléctrico aislante y un material de refuerzo fibroso, produce un sustrato que se puede utilizar para formar un circuito en una placa de circuito impreso en una exposición a radiación de una sola etapa, en lugar del proceso de múltiples etapas utilizado en la fabricación convencional.

65 El material del sustrato compuesto de la presente invención comprende por lo general un material dieléctrico

aislante, un material de refuerzo fibroso, y un material conductor. Otros materiales, que incluyen cargas pueden estar opcionalmente presentes en las composiciones de la presente invención.

5 El material dieléctrico aislante se selecciona por lo general del grupo formado por resinas epoxy, poliamidas, poliimidas, tetrafluoroetileno (Teflon®), y los materiales de cristal líquido. Otros materiales también serán conocidos por los expertos en la materia.

10 El material de refuerzo fibroso se secciona por lo general del grupo que consiste de fibras de vidrio, fibras de carbono, papel y fibras de poliamida aromática, (es decir, Kevlar®). Otros materiales también serán conocidos por los expertos en la materia. El material de refuerzo fibroso está generalmente presente en la composición a una concentración de aproximadamente el 25 a aproximadamente el 75 por ciento en volumen, preferentemente se aproximadamente el 40 a aproximadamente el 50 por ciento en volumen.

15 El material conductor en la composición comprende por lo general nanotubos de carbono (grafito). Los nanotubos de carbono están generalmente presentes en la composición a una concentración de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 95 por ciento en volumen, preferentemente se aproximadamente el 70 a aproximadamente el 80 por ciento en volumen.

20 En una realización alternativa, los nanotubos de carbono también pueden funcionar como el material de refuerzo fibroso debido a su fuerza física. En este caso, los nanotubos de carbono están preferiblemente presentes en la composición a una concentración de aproximadamente el 80 a aproximadamente el 99 por ciento en volumen.

25 Muchos otros componentes se pueden utilizar también en las composiciones de la presente invención para conseguir el resultado deseado. Agentes de flujo, tales como tensioactivos y silanos se pueden incluir en las composiciones de la invención. Cargas, tales como el sulfato de bario, se pueden añadir también.

30 El material de sustrato compuesto se expone selectivamente radiación electromagnética en un patrón negativo a aquél de un circuito de interconexión electrónica pretendido. La exposición selectiva del sustrato compuesto se logra mediante el uso de un rayo láser o un haz de electrones enfocado como la fuente de radiación electromagnética o mediante la exposición del material de sustrato compuesto a través de una herramienta fotográfica o fotomáscara.

35 Tras la exposición a radiación electromagnética (es decir, luz), las propiedades físicas de los nanotubos de carbono afectados cambian y se vuelven no conductores, formando de esta manera áreas alternas de sustrato conductoras y aislantes. El sustrato se puede utilizar como una ruta de circuito, o como una capa que comprende un sustrato de interconexión electrónica. La radiación electromagnética se aplica de tal manera como para causar la destrucción total o parcial de la estructura tubular de nanotubos, lo que resulta en una pérdida de conductividad a granel.

40 El material del sustrato compuesto puede comprender uno de una serie de capas de circuitos que posteriormente se pueden unir utilizando los métodos tradicionales de conectividad de capas interiores, incluyendo laminación, a través de formación, y fijación por placas a través de la formación de orificios. Otros métodos serán conocidos también por un experto en la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un dispositivo de interconexión electrónica que comprende las etapas de:
- 5 a) combinar un material dieléctrico aislante, un material de refuerzo fibroso, y un material conductor, en el que dicho material conductor incluye los nanotubos de carbono, para formar un material de sustrato compuesto;
- b) exponer de forma selectiva dicho material conductor en dicho material de sustrato compuesto a radiación electromagnética para proporcionar porciones no conductoras en los nanotubos de carbono;
- 10 creando así un dispositivo de interconexión electrónica.
2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho material dieléctrico aislante se selecciona del grupo que consiste en resinas epoxy, poliamidas, tetrafluoroetileno, y los materiales de cristal líquido.
- 15
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho material de refuerzo fibroso se selecciona del grupo que consiste en fibras de vidrio, fibras de carbono, papel y fibras de poliamida aromática.
4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los nanotubos de carbono tienen un diámetro de menos de 100 nanómetros.
- 20
5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que los nanotubos de carbono tienen un diámetro de menos de 10 nanómetros.
- 25
6. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos nanotubos de carbono comprenden nanotubos de carbono de una sola pared.
7. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos nanotubos de carbono están presentes en dicho material de sustrato compuesto en una cantidad de aproximadamente el 25 a aproximadamente el 75 por ciento en volumen.
- 30
8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dichos nanotubos de carbono están presentes en dicho material de sustrato compuesto en una cantidad de aproximadamente el 40 a aproximadamente el 50 por ciento en volumen.
- 35
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos nanotubos de carbono se suministran de forma selectiva como no conductores mediante el uso de un láser, haz de electrones enfocado, o por la exposición a través de una fotomáscara.
- 40
10. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que tanto el material de refuerzo fibroso como el material conductor comprenden nanotubos de carbono.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que tanto dichos nanotubos de carbono están presentes en dicho material de sustrato compuesto en una cantidad de aproximadamente el 80 a aproximadamente el 99 por ciento en volumen.
- 45
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que una distancia entre las áreas conductoras y no conductoras del material de sustrato compuesto se limita sólo por la resolución de una fuente de radiación electromagnética.