

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 110**

51 Int. Cl.:

H01R 4/58 (2006.01)

H01R 13/03 (2006.01)

B82Y 10/00 (2011.01)

B82Y 30/00 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2010 PCT/IB2010/000577**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.09.2010 WO10106424**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2010 E 10716871 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 2409362**

54 Título: **Interfaces eléctricas que incluyen una capa de nanopartículas**

30 Prioridad:

18.03.2009 US 406509

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

27.02.2020

73 Titular/es:

**EATON CORPORATION (100.0%)
Eaton Center 1111 Superior Avenue
Cleveland, Ohio 44114-2584 , US**

72 Inventor/es:

**ZHOU, XIN;
ELMOURSI, ALAA, A.;
MAPKAR, JAVED, A.;
BENKE, JAMES, J.;
BEATTY, WILLIAM, E. y
MUELLER, ROBERT, W.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 745 110 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

Interfaces eléctricas que incluyen una capa de nanopartículas

5 Antecedentes

Campo

10 El concepto desvelado se refiere a interfaces eléctricas y, más específicamente, a las interfaces eléctricas que tienen un primer conductor y un segundo conductor.

Información de antecedentes

15 Se conoce la deposición de una capa de electrochapado de níquel, plata o estaño en la superficie de interfaces eléctricas, tales como uniones atornilladas y contactos de deslizamiento, para formar un recubrimiento sobre la misma. La función principal del recubrimiento es reducir la oxidación de las interfaces eléctricas, lo que puede dar como resultado una resistencia eléctrica de contacto más estable durante el tiempo de vida útil de la unión o contacto eléctrico. No se sabe que estos recubrimientos reduzcan la resistencia eléctrica de contacto o mejoren las propiedades de transporte térmico a través de la interfaz eléctrica.

20 Por lo tanto, existe la necesidad de un recubrimiento o capa que sea capaz de reducir la resistencia eléctrica de contacto en la interfaz eléctrica y de reducir el calor generado en la unión para conducir a la reducción de la temperatura máxima de funcionamiento para una corriente nominal dada. Además, puede desearse aumentar la conductividad térmica en la interfaz para ayudar a mejorar la disipación de calor lejos de la unión, lo que también puede dar como resultado una reducción de la temperatura máxima en la unión.

30 Se llama la atención sobre el documento EP 0 722 201 A2, que se refiere a un miembro para garantizar la conducción entre los elementos de conexión de un conector. El miembro incluye una lámina fabricada de un material aislante, elástico y chips conductores embebidos en la lámina. El documento US 2005 221 645 A1 se refiere a un bloque conductor anisotrópico, que establece la continuidad eléctrica entre terminales eléctricos cuando se interpone entre los terminales. El bloque conductor anisotrópico se configura disponiendo rutas conductoras mientras se dislocan los caminos en la dirección Z, en el que las rutas conductoras no son conductores en cierta dirección (dirección Z) y tienen conductividad en una pluralidad de direcciones, en direcciones sustancialmente en paralelo con un plano (plano X-Y) perpendicular a la dirección Z. La ruta conductora puede formarse a partir de un elastómero conductor en el que el material elastomérico puede mezclarse con una sustancia conductora, en la que, entre otros, se mencionan los nanotubos de carbono como una sustancia conductora. Además, el documento JP S60 163 672 U desvela una película de metal colocada entre el material de ruta eléctrica primero y segundo, respectivamente. La película de metal incluye una película de metal chapada sobre una laminilla de metal.

40 Sumario

45 Estas y otras necesidades se cumplen mediante las realizaciones del concepto desvelado, que proporciona una interfaz eléctrica como se expone en la reivindicación 1. Otras realizaciones se desvelan, entre otras, en las reivindicaciones dependientes. La interfaz eléctrica, entre otras, incluye un primer conductor que tiene una superficie, una lámina de nanopartículas que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta, estando la primera superficie de la lámina de nanopartículas acoplada eléctricamente a la superficie del primer conductor, y un segundo conductor que tiene una superficie acoplada eléctricamente a la segunda superficie opuesta de la lámina de nanopartículas. Los conductores primero y segundo son conductores de alimentación. La lámina de nanopartículas tiene al menos una capa de nanopartículas de nanopartículas que contienen carbono, en la que las nanopartículas que contienen carbono comprenden unos nanotubos de carbono. La lámina de nanopartículas también comprende una laminilla de metal en la que la al menos una capa de nanopartículas se forma en al menos una de entre la primera superficie y la segunda superficie opuesta de la laminilla de metal.

55 En una realización, los nanotubos de carbono pueden formarse también en al menos una de entre la superficie del primer conductor y la superficie del segundo conductor. En una realización adicional, los nanotubos de carbono pueden formarse por deposición química de vapor. En otra realización más, los nanotubos de carbono pueden seleccionarse del grupo que consiste en nanotubos de carbono de pared múltiple, nanotubos de carbono de pared simple y mezclas de los mismos.

60 En otra realización más, la interfaz eléctrica puede formar una unión atornillada de un conductor de alimentación.

En una realización adicional, los conductores primero y segundo pueden fabricarse de un material seleccionado del grupo que consiste en aluminio, cobre, y mezclas de los mismos.

65 En otra realización más, el primer conductor, la capa de nanopartículas y el segundo conductor pueden acoplarse mecánicamente entre sí mediante al menos un elemento de sujeción.

Breve descripción de los dibujos

5 Una comprensión completa del concepto desvelado puede obtenerse a partir de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas cuando se lean junto con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1A es una vista lateral de una interfaz eléctrica de la técnica anterior.

La figura 1B es una vista lateral de una interfaz eléctrica.

La figura 2 es un diseño esquemático en despiece de otra interfaz eléctrica.

10 La figura 2A es una vista lateral en despiece de la interfaz eléctrica de la figura 2.

La figura 3 es un diseño esquemático en despiece de una interfaz eléctrica de acuerdo con una realización de la invención desvelada.

La figura 3 A es una vista lateral en despiece de la interfaz eléctrica de la figura 3.

La figura 4 es un diseño esquemático en despiece de otra interfaz eléctrica.

15 La figura 5 es un diseño esquemático en despiece de una interfaz eléctrica de acuerdo con otra realización de la invención desvelada.

Descripción detallada

20 Como se emplea en el presente documento, la expresión "conductor de alimentación" significa una barra conductora de alimentación, una línea de alimentación, un conductor de fase de alimentación, un cable de alimentación, y/o una estructura de barra bus de alimentación para una fuente de alimentación, un interruptor de circuito o de otro dispositivo de aparamenta de conexión.

25 Como se emplea en el presente documento, la expresión "elemento de sujeción" significa cualquier mecanismo de conexión o de apriete adecuado que incluye expresamente, pero no se limitado a, tornillos (por ejemplo, sin limitación, tornillos de ajuste), pernos y las combinaciones de pernos y tuercas (por ejemplo, sin limitación, tuercas de bloqueo) y pernos, arandelas y tuercas.

30 Como se emplea en el presente documento, la afirmación de que dos o más partes están "acopladas" o "conectadas" entre sí significará que las partes se unen entre sí ya sea directamente o se unen a través de una o más partes intermedias.

35 Las frases direccionales usadas en el presente documento, tales como, por ejemplo, izquierda, derecha, arriba, abajo, superior, inferior, frontal, atrás, adelante, arriba, abajo, en el sentido de las agujas del reloj, en el sentido contrario de las agujas del reloj y derivadas de las mismas, se refieren a la orientación de los elementos mostrados en los dibujos y no se limita a las reivindicaciones a menos que se mencione expresamente en las mismas.

40 Como se emplea en el presente documento, el término "número" significará uno o un número entero mayor que uno (es decir, una pluralidad).

45 El concepto desvelado se refiere a unas interfaces eléctricas que incluyen una capa nanopartículas. La presencia de la capa de nanopartículas puede dar como resultado en al menos una mejora en las propiedades de transporte térmico y eléctrico en la interfaz de los contactos eléctricos, tales como, por ejemplo, pero no limitado a, uniones atornilladas y contactos deslizantes.

50 Las figuras 1A y 1B son vistas laterales de una interfaz eléctrica 1,1' que incluyen un primer conductor 2,2' y un segundo conductor 3,3', respectivamente. Tales conductores primero y segundo se fabrican normalmente, por ejemplo, de cobre, aluminio o mezclas de los mismos. La figura 1A muestra la técnica anterior en la que los conductores primero y segundo 2,3 están en contacto directo entre sí dando como resultado el área de contacto 4. La figura 1B muestra una interfaz eléctrica similar a la de la figura 1A, donde el segundo conductor 3' incluye una capa de nanopartículas 5 y, por lo tanto, el primer conductor 2' está en contacto directo con la capa de nanopartículas 5, lo que da como resultado las áreas de contacto 4' y 4".

55 La figura 2 es un diseño esquemático en despiece de una interfaz eléctrica alternativa 10 (no reivindicado) que incluye el primer conductor 15 y el segundo conductor 20. Los conductores primero y segundo 15, 20 pueden fabricarse de una amplia variedad de materiales conductores tales como, por ejemplo, pero no limitados a, cobre, aluminio y mezclas de los mismos. El primer conductor 15 tiene una superficie superior 25 y una superficie inferior 30. El segundo conductor 20 tiene una superficie superior 35 y una superficie inferior 40. La superficie inferior opuesta 30 del primer conductor 15 y la superficie superior 35 del segundo conductor 20 están conectadas eléctricamente entre sí.

65 Haciendo referencia a la figura 2A, la interfaz eléctrica 10 incluye una capa de nanopartículas 27 que tiene una primera superficie 28 y una segunda superficie opuesta 29. La capa de nanopartículas 27 está conectada a la superficie inferior 30 del primer conductor 15. La primera superficie 28 de la capa de nanopartículas 27 está acoplada eléctricamente a la superficie inferior 30 del primer conductor 15 y la superficie superior 35 del segundo

conductor 20 está acoplada eléctricamente a la segunda superficie opuesta 29 de la capa de nanopartículas 27. Aunque se muestra un ejemplo de configuración en la figura 2A, debería entenderse que, como alternativa, la capa de nanopartículas 27 puede conectarse a la superficie superior 35 del segundo conductor 20, o una capa de nanopartículas puede conectarse tanto a la superficie inferior 30 del primer conductor 15 como a la superficie superior 35 del segundo conductor 20.

La capa de nanopartículas 27 se fabrica de un material de nanopartículas seleccionado de nanopartículas que contienen carbono, nanocables de metal, y mezclas de los mismos. Las nanopartículas que contienen carbono incluyen nanotubos de carbono. Los nanotubos de carbono y/o los nanocables de metal pueden mostrar excelentes propiedades de conductividad térmica y eléctrica.

Los nanotubos de carbono adecuados para su uso en la capa desvelada incluyen nanotubos de carbono de una sola pared, nanotubos de carbono multipared, y mezclas de los mismos. Los nanotubos de carbono pueden prepararse usando una variedad de métodos convencionales conocidos en la técnica. Por ejemplo, los nanotubos de carbono pueden prepararse usando el procesamiento de deposición química de vapor (CVD) para cultivar los nanotubos de carbono. Los nanotubos de carbono se cultivan directamente en una interfaz de superficie (por ejemplo, las superficies conductoras 30 y/o 35 como se muestra en la figura 2A) para formar una capa de nanopartículas (por ejemplo, la capa de nanopartículas 27 como se muestra en la figura 2A). La interfaz de superficie puede fabricarse de una amplia variedad de materiales que incluyen, entre otros, cobre, aluminio y mezclas de los mismos. La interfaz de superficie se limpia normalmente para eliminar cualquier grasa superficial y a continuación se aplica un catalizador adecuado a la superficie limpia. Los catalizadores adecuados incluyen, por ejemplo, pero sin limitación, aluminio, níquel, hierro y mezclas de los mismos. El catalizador puede aplicarse mediante una amplia variedad de técnicas convencionales conocidas en la técnica. Las técnicas adecuadas incluyen, por ejemplo, pero no se limitan a, deposición por pulverización catódica. Después de la aplicación del catalizador, el procesamiento de CVD se realiza usando gases que contienen carbono, tales como, por ejemplo, metano, etano y mezclas de los mismos.

Como un ejemplo no limitante, la concentración de los nanotubos de carbono en la capa de nanopartículas es de hasta aproximadamente mil millones/cm².

Como otro ejemplo, el material de nanopartículas incluye nanocables de metal. Los nanocables de metal pueden producirse usando una variedad de métodos conocidos en la técnica, que incluyen, por ejemplo, pero no se limitan a, cultivo de nanocables de metal y óxido de metal usando electrochapado o procesamiento de CVD. Los metales adecuados incluyen, por ejemplo, pero sin limitación, zinc, níquel, plata, estaño y mezclas de los mismos. Los nanocables de metal pueden cultivarse directamente en una interfaz de superficie (por ejemplo, las superficies conductoras 30 y/o 35 como se muestra en la figura 2A) para formar una capa de nanopartículas (por ejemplo, la capa de nanopartículas 27 como se muestra en la figura 2A). La descripción anterior relacionada con las interfaces de superficie adecuadas para su uso y las etapas para preparar el sustrato (por ejemplo, limpiar y aplicar un catalizador sobre el mismo) puede aplicarse igualmente en este contexto. Los nanocables de metal pueden cultivarse mediante electrochapado en una solución electrolítica adecuada.

La figura 3 es un diseño esquemático en despiece de una interfaz eléctrica 50 que incluye un primer conductor 55, un segundo conductor 60 y un sustrato 65. El sustrato 65 se coloca entre los conductores primero y segundo 55, 60. Los conductores primero y segundo 55, 60 pueden fabricarse de los materiales descritos anteriormente para los conductores primero y segundo 15, 20 de la figura 2. El primer conductor 55 tiene una superficie superior 70 y una superficie inferior 75. El segundo conductor 60 tiene una superficie superior 80 y una superficie inferior 85. El sustrato 65 tiene una primera superficie 90 y una segunda superficie opuesta 95.

La figura 3A muestra la interfaz eléctrica 50 que incluye capas nanopartículas 92, 97. La capa de nanopartículas 92 está acoplada a la primera superficie 90 del sustrato 65 y la capa de nanopartículas 97 está acoplada a la segunda superficie opuesta 95 del sustrato 65. El sustrato 65 se fabrica de una laminilla de metal. Las laminillas de metal adecuadas pueden incluir una amplia variedad de materiales conocidos en la técnica. Por ejemplo, la laminilla de metal en sí puede cultivarse mediante electrochapado. Los ejemplos no limitantes pueden incluir, entre otros, cobre, aluminio, metales nobles como plata y mezclas de los mismos. Las capas de nanopartículas 92, 97 pueden fabricarse de material de nanopartículas como se ha descrito anteriormente. El material de nanopartículas puede cultivarse directamente en la primera superficie 90 y en la segunda superficie opuesta 95 del sustrato 65. El proceso de cultivo puede incluir el uso del procesamiento de CVD como se ha descrito anteriormente. La capa de nanopartículas 92 en la primera superficie 90 del sustrato 65 está acoplada eléctricamente a la superficie inferior 75 del primer conductor 55, y la superficie superior 80 del segundo conductor 60 está acoplada eléctricamente a la capa de nanopartículas 97 en la segunda superficie opuesta 95 del sustrato 65. Aunque se muestra un ejemplo de configuración, debería entenderse que, como alternativa, solo una de entre la primera superficie 90 y la segunda superficie opuesta 95 puede incluir una capa de nanopartículas (por ejemplo, 92 o 97).

Por ejemplo, al menos una de entre la superficie inferior 75 del primer conductor 55 y la superficie superior 80 del segundo conductor 60 también puede incluir una capa de nanopartículas (no mostrado).

La figura 4 es un diseño esquemático en despiece de la interfaz eléctrica 100 (no reivindicado) que incluye un primer

conductor 115, un segundo conductor 120, y un sustrato 122. El sustrato 122 está colocado entre el primer conductor 115 y el segundo conductor 120. Los conductores primero y segundo 115, 120 pueden fabricarse de los mismos materiales descritos anteriormente para los conductores primero y segundo 15, 20 de la figura 2. El primer conductor 115 tiene una superficie superior 125 y una superficie inferior 130. El segundo conductor 120 tiene una superficie superior 135 y una superficie inferior 140. El sustrato 122 tiene una primera superficie 123 y una segunda superficie opuesta 124. El sustrato 122 es una capa de nanopartículas que se fabrica de al menos una lámina que incluye nanopartículas que contienen carbono, nanocables de metal o mezclas de los mismos. Las nanopartículas que contienen carbono incluyen nanotubos de carbono, nano fibras de carbono y mezclas de los mismos. Las láminas adecuadas para su uso pueden incluir capas de nanopartículas conocidas, tales como, por ejemplo, pero sin limitarse a, buckypaper. El buckypaper puede prepararse dispersando y filtrando una suspensión que contiene nanotubos de carbono y/o nanofibras de carbono. El buckypaper puede mostrar una buena conductividad térmica y eléctrica. La primera superficie 123 del sustrato 122 está acoplada eléctricamente a la superficie inferior 130 del primer conductor 115, y la superficie superior 135 del segundo conductor 120 está acoplada eléctricamente a la segunda superficie opuesta 124 del sustrato 122.

Como un ejemplo no limitante, la lámina de material nanopartículas tal como, pero no limitado a, nanotubos de carbono y/o nanofibras de carbono, puede prepararse usando un elastómero como la matriz de polímero. Puede emplearse una técnica de polimerización por condensación de curado con silanol. Los nanotubos de carbono y/o las nanofibras de carbono se mezclan preferentemente de manera uniforme en un elastómero. Los nanotubos de carbono y/o las nanofibras de carbono pueden purificarse y/o triturarse antes de mezclarlos con el elastómero. El material de nanopartículas, tal como pero no limitado a, nanotubos de carbono y/o nanofibras de carbono, puede estar presente en la mezcla en cantidades variables. Por ejemplo, el material de nanopartículas puede estar presente en una cantidad de más de 0 a menos de 100 por ciento en peso de la mezcla. En particular, el material de nanopartículas puede estar presente en una cantidad de 2 a 80 por ciento en peso de la mezcla, o de 5 a 50 por ciento en peso de la mezcla. Puede usarse una variedad de dispositivos convencionales para mezclar entre sí los ingredientes. Los dispositivos de mezcla adecuados incluyen, entre otros, extrusoras y mezcladoras de velocidad. Los elastómeros adecuados pueden incluir una variedad de materiales conocidos en la técnica tales como, pero sin limitarse a, elastómeros de silicona, elastómeros fluorados y mezclas de los mismos. Ejemplos no limitantes incluyen fluorosilicona, poli (dimetilsiloxano) y mezclas de los mismos. En una aplicación, el elastómero tiene un peso molecular de 800 g/mol a 100000 g/mol. El elastómero puede estar en una forma sustancialmente líquida o sólida. La mezcla también incluye un reticulante y opcionalmente un catalizador. El reticulante y el catalizador pueden seleccionarse a partir de materiales conocidos en la técnica. Un ejemplo no limitante de un reticulante adecuado incluye, pero no se limita a, polidietoxisiloxano. Ejemplos no limitantes de catalizadores adecuados incluyen platino, diamina, bisfenol, peróxido, dialquiltincarboxilato y mezclas de los mismos. La cantidad de reticulante y de catalizador puede variar. Por ejemplo, el reticulante puede estar presente en una cantidad de 1 a 15 por ciento en peso de la mezcla. Cuando se usa un catalizador, por ejemplo, puede estar presente en una cantidad de 1 a 15 por ciento en peso de la mezcla.

La mezcla se prensa en una forma deseada bajo una carga con un dispositivo tal como una matriz. La mezcla puede moldearse esencialmente en cualquier forma que incluya, pero no se limite a, cuadrado, círculo, rectángulo y combinaciones de los mismos. Por ejemplo, se perforan agujeros en la mezcla conformada para su uso en conexiones atornilladas (por ejemplo, la interfaz eléctrica 100 como se muestra en la figura 4). A continuación, la mezcla conformada se deja curar para formar una lámina de material de nanopartículas sustancialmente flexible resultante (por ejemplo, nanotubos de carbono y/o nanofibra). El curado puede realizarse bajo una variedad de condiciones convencionales de temperatura y presión que son conocidas en la técnica para curar materiales elastómeros. En una realización, el curado se realiza a temperatura ambiente, por ejemplo, pero sin limitación, 18 °C-23 °C, y/o bajo condiciones de aire atmosférico. En otra realización, el curado se realiza a una temperatura elevada. Este método puede proporcionar ventajas sobre los métodos conocidos debido a la facilidad de preparación de la lámina y la capacidad de escalar el proceso para la producción en masa. La lámina resultante es sustancialmente flexible y puede tener una carga de material de nanopartículas (por ejemplo, nanotubos de carbono y/o nanofibras de carbono) de hasta un 50 por ciento en peso de la lámina.

Por ejemplo, la al menos una lámina puede también incluir nanocables de metal.

La figura 5 es un diseño esquemático en despiece de la interfaz eléctrica 150 que incluye un primer conductor 155, un segundo conductor 160, y un sustrato 165. El sustrato 165 está colocado entre el primer conductor 155 y el segundo conductor 160. Los conductores primero y segundo 155, 160 pueden fabricarse los mismos materiales descritos anteriormente para los conductores 15, 20 de la figura 2. El sustrato 165 puede fabricarse de los mismos materiales que los descritos anteriormente para los sustratos 65, 122. Los conductores primero y segundo 155, 160 están acoplados eléctricamente entre sí. Además, los conductores primero y segundo 155, 160 están acoplados mecánicamente entre sí mediante elementos de sujeción. Los elementos de sujeción adecuados pueden incluir una amplia variedad conocida en la técnica que incluye, pero no se limita a, los descritos anteriormente en el presente documento. Como se muestra en la figura 5, las aberturas 200 y 201 se realizan en el primer conductor 155; las aberturas 202 y 203 se realizan en el sustrato 165, las aberturas 204 y 205 se realizan en el segundo conductor 160. Las aberturas 200, 201, 202, 203, 204, 205 pueden realizarse usando cualquier técnica convencional tal como la perforación. Las aberturas 200, 202 y 204 se alinean verticalmente, y las aberturas 201, 203 y 205 se alinean

verticalmente. Los tornillos o pernos 220, 221 se acoplan junto con las arandelas 240 y 241, respectivamente, y se insertan en cada una de las aberturas 200, 201 y a través de las aberturas 202, 203 y a través de las aberturas 204, 205, respectivamente. Las arandelas 240, 241 y 242, 243 y las tuercas 244, 245 se acoplan a los tornillos o pernos 220, 221, respectivamente, en la superficie inferior 161 del segundo conductor 160.

5

Por ejemplo y sin limitación, la interfaz eléctrica 150 forma una unión atornillada de un conductor de alimentación.

10

Aunque se han descrito en detalle las realizaciones específicas del concepto desvelado, se apreciará por los expertos en la materia que podrían desarrollarse diversas modificaciones y alternativas a esos detalles en vista de las enseñanzas generales de la divulgación. En consecuencia, las disposiciones específicas desveladas están destinadas a ser solo ilustrativas y no limitativas en cuanto al alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una interfaz eléctrica (50) que comprende:

5 un primer conductor de alimentación (55) que tiene una superficie (75);
una lámina de nanopartículas que tiene una primera superficie y una segunda superficie opuesta, estando la
primera superficie de la lámina de nanopartículas acoplada eléctricamente a la superficie del primer conductor de
alimentación (55); y
10 un segundo conductor de alimentación (60) que tiene una superficie (80) acoplada eléctricamente a la segunda
superficie opuesta de la lámina de nanopartículas;
en la que la lámina de nanopartículas comprende al menos una capa de nanopartículas (92, 97) de
nanopartículas que contienen carbono;
en la que las nanopartículas que contienen carbono comprenden unos nanotubos de carbono; y
15 en la que la lámina de nanopartículas comprende una laminilla de metal (65) que tiene una primera superficie
(90) y una segunda superficie opuesta (95); y en la que se forma la al menos una capa de nanopartículas (92,
97) de nanotubos de carbono en al menos una de entre la primera superficie (90) y la segunda superficie opuesta
(95) de la laminilla de metal (65).

20 2. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 1, en la que los nanotubos de carbono se forman en al menos una de
entre la superficie (75) del primer conductor de alimentación (55) y la superficie (80) del segundo conductor de
alimentación (60).

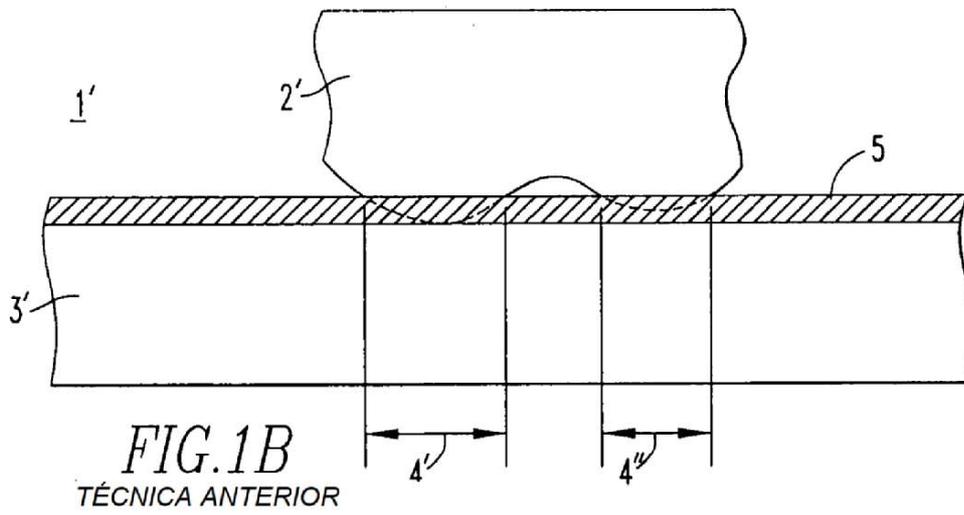
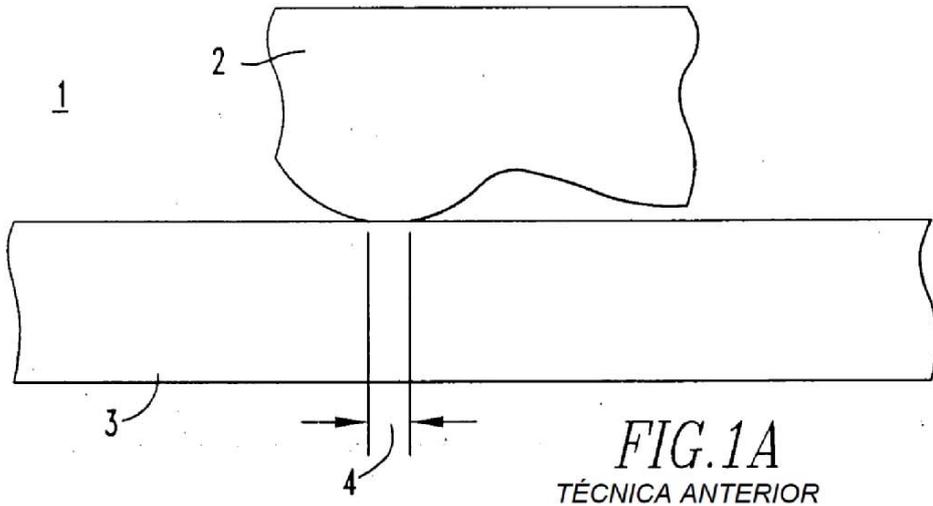
25 3. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 1 o 2, en la que los nanotubos de carbono se forman por deposición
química de vapor.

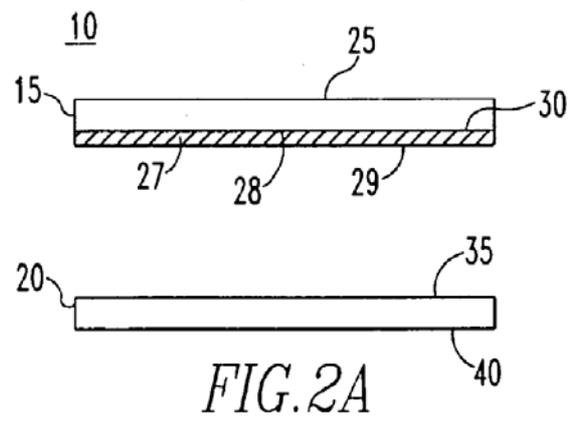
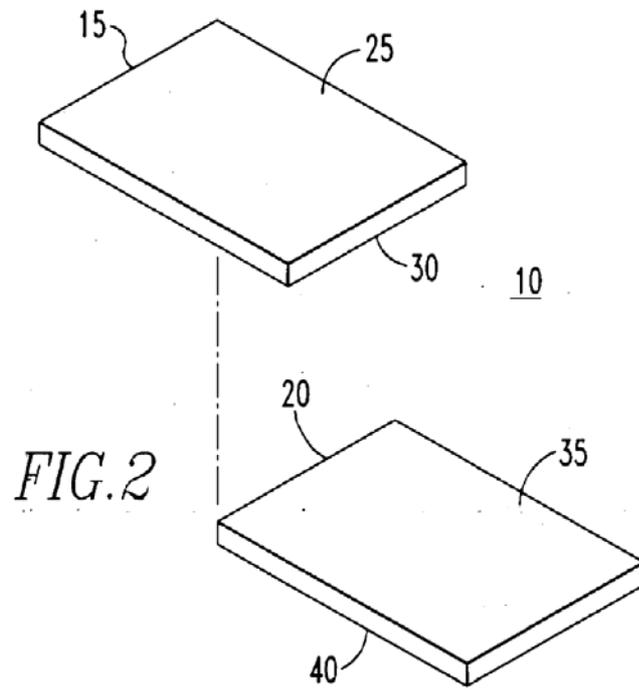
4. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 1, en la que los nanotubos de carbono se seleccionan del grupo que
consiste en nanotubos de carbono de pared múltiple, nanotubos de carbono de pared simple y mezclas de los
mismos.

30 5. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 1, en la que los conductores de alimentación primero y segundo (55,
60) se fabrican de un material seleccionado del grupo que consiste en aluminio, cobre y mezclas de los mismos.

35 6. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 1, en la que el primer conductor de alimentación (55), la lámina de
nanopartículas y el segundo conductor de alimentación (60) se acoplan mecánicamente entre sí mediante al menos
un elemento de sujeción.

40 7. La interfaz eléctrica (50) de la reivindicación 6, en la que el al menos un elemento de sujeción se selecciona del
grupo que consiste en tornillos (220), pernos (221), arandelas (240, 241), tuercas (244, 245) y combinaciones de los
mismos.





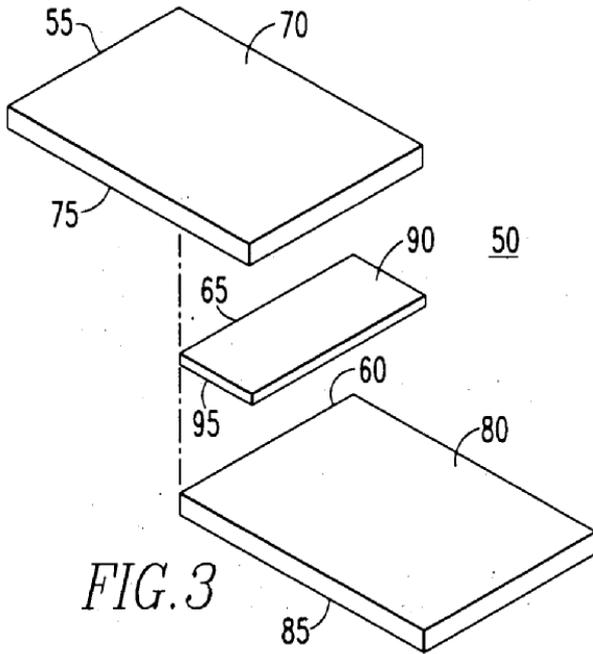


FIG. 3

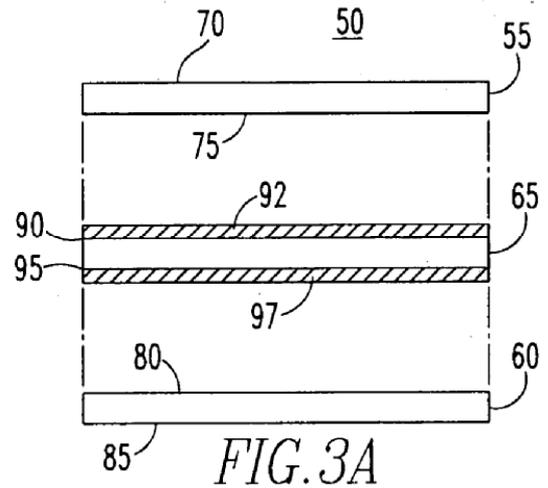


FIG. 3A

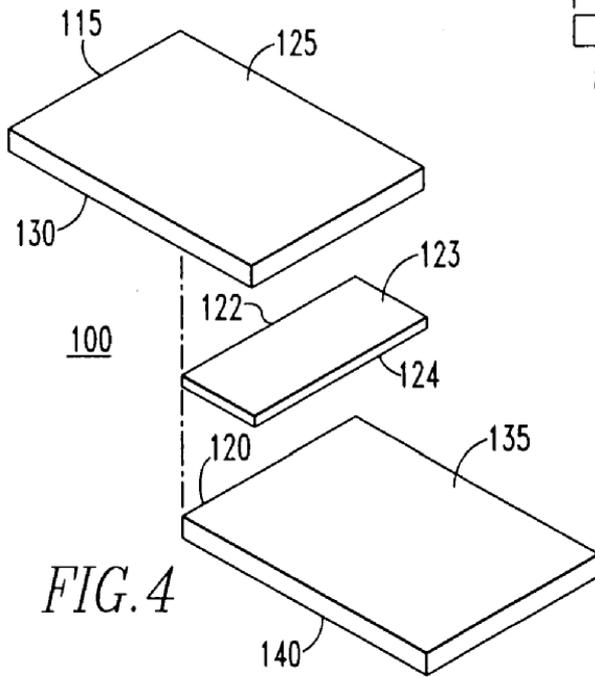


FIG. 4

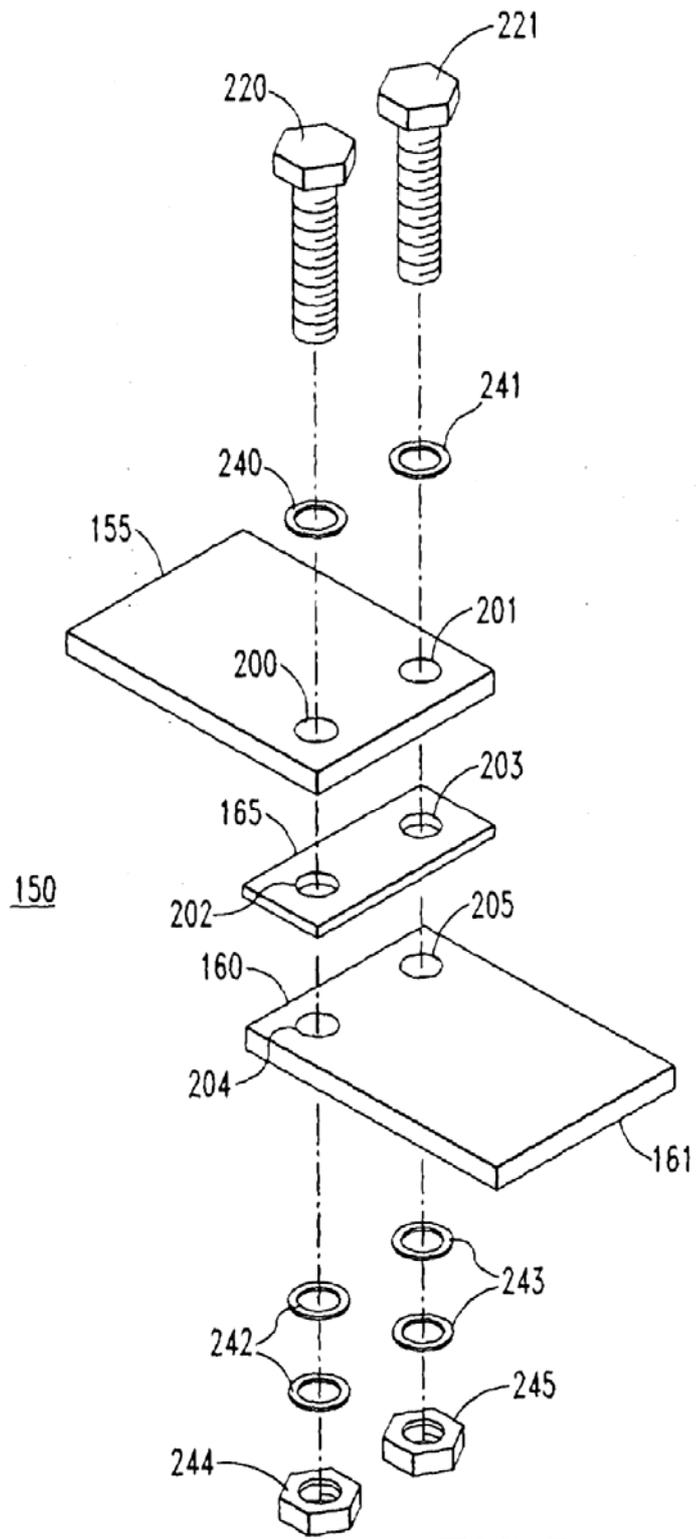


FIG. 5