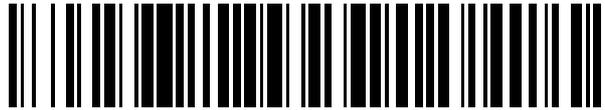


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 395 451**

51 Int. Cl.:

H01B 1/24

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2007 E 07813508 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la solicitud europea: **06.05.2009 EP 2054896**

54 Título: **Material dieléctrico conmutable de voltaje que posee un material orgánico conductor o semiconductor**

30 Prioridad:

29.07.2006 US 820786 P
24.09.2006 US 826746 P
21.11.2006 US 562289
21.11.2006 US 562222
11.07.2007 US 949179 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.02.2013

73 Titular/es:

SHOCKING TECHNOLOGIES, INC. (100.0%)
5870 Hellyer Avenue
San Jose, CA 95138, US

72 Inventor/es:

KOSOWSKY, LEX y
FLEMING, ROBERT

74 Agente/Representante:

PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 395 451 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

SOLICITUDES RELACIONADAS

- 5 [001] La presente solicitud realiza una reivindicación de prioridad con respecto a la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/820.786, presentada el 29 de julio de 2006 y que lleva por título "*Voltage Switchable Dielectric Material With Reduced Metal Loading*".
- [002] La presente solicitud también realiza una reivindicación de prioridad con respecto a la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/826.746, presentada el 24 de septiembre de 2006 y que lleva por título "*Voltage Switchable Device and Dielectric Material With High Current Carrying Capacity and a Process for Electroplating the Same*".
- 10 [003] La presente solicitud también realiza una reivindicación de prioridad con respecto a la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/949.179, presentada el 11 de julio de 2007 y que lleva por título "*Binders for Voltage Switchable Dielectric Materials*".
- 15 [004] La presente solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente estadounidense nº 11/562.289, presentada el 21 de noviembre de 2006 y que lleva por título "*Light Emitting Device Using Voltage Switchable Dielectric Material*", la cual reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/739.725, presentada el 22 de noviembre de 2005 y titulada "*RFID Tag Using Voltage Switchable Dielectric Material*", y que reivindica el beneficio de 60/740.961, presentada el 30 de noviembre de 2005 y titulada "*Light Emitting Devices with ESD Characteristics*".
- 20 [005] Esta solicitud es una continuación en parte de la solicitud de patente estadounidense nº 11/562.222, presentada el 21 de noviembre de 2006 y titulada "*Wireless Communication Device Using Voltage Switchable Dielectric Material*", la cual reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/739.725, presentada el 22 de noviembre de 2005 y titulada "*RFID Tag Using Voltage Switchable Dielectric Material*", y que reivindica el beneficio de 60/740.961, presentada el 30 de noviembre de 2005 y titulada "*Light Emitting Devices with ESD Characteristics*".
- 25 [006] Esta solicitud es una continuación en parte de la patente estadounidense nº 6.797.145, expedida el 28 de septiembre de 2004 y titulada "*Current Carrying Structure Using Voltage Switchable Dielectric Material*", la cual es una continuación de la solicitud estadounidense nº de serie 09/437.882, presentada el 10 de noviembre de 1999, en la actualidad abandonada, y reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional estadounidense nº 60/151.188, presentada el 27 de agosto de 1999.
- 30 **CAMPO TÉCNICO**
- [007] Las realizaciones divulgadas se refieren en general al campo de los dispositivos electrónicos y, más en concreto, a los dispositivos que incorporan materiales dieléctricos de voltaje conmutable (VSD, *voltage switchable dielectric*).
- ANTECEDENTES**
- 35 [008] El material dieléctrico de voltaje conmutable (VSD) posee un número cada vez mayor de aplicaciones. Entre las mismas figuran su uso en, por ejemplo, las placas de circuito impreso y los paquetes de dispositivos que tienen como objetivo manipular voltajes transitorios y eventos de descarga electrostática (ESD, por sus siglas en inglés).
- 40 [009] Existen diferentes tipos de material VSD convencional. Se suministran ejemplos de materiales dieléctricos de voltaje conmutable en referencias tales como la patente estadounidense nº 4.977.357, la patente estadounidense nº 5.068.634, la patente estadounidense nº 5.099.380, la patente estadounidense nº 5.142.263, la patente estadounidense nº 5.189.387, la patente estadounidense nº 5.248.517, la patente estadounidense nº 5.807.509, WO 96/02924 y WO 97/26665. El material VSD puede ser material "SURGX" fabricado por SURGX CORPORATION (que es propiedad de Littlefuse, Inc.). En WO99/24922 se divulga una composición y dispositivos que se sirven de estas composiciones para proporcionar una protección contra la sobrecarga eléctrica, los cuales incluyen una matriz formada por una mezcla de un aglutinante aislante, partículas conductoras que poseen un tamaño medio de partícula inferior a 10 micrones y partículas semiconductoras que poseen un tamaño medio de partícula inferior a 10 micrones. Las composiciones muestran voltajes de bloqueo mejorados en un rango que oscila entre aproximadamente 30 voltios y más de 2.000 voltios.
- 45 [0010] Aunque el material VSD ofrece una gran variedad de usos y aplicaciones, las composiciones convencionales de este material presentan muchos inconvenientes. Los materiales VSD convencionales son frágiles, tienen tendencia a sufrir rayados u otros daños en la superficie, carecen de resistencia de adhesión y poseen un alto grado de dilatación térmica.
- 50

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

- 5 **[0011]** La Figura 1 es un diagrama de bloques en el que se ilustran componentes para su uso en un proceso de formulación de material VSD, de acuerdo con una realización de la invención.
- [0012]** En la Figura 2 se ilustra un proceso para la formulación de una composición de material VSD que posee material orgánico, en virtud de una realización de la invención.
- 10 **[0013]** La Figura 3A es una ilustración en sección transversal de material VSD donde se formula el material VSD de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.
- [0014]** En la Figura 3B se ilustra un gráfico de propiedades eléctricas básicas de voltaje de bloqueo y activación para el material VSD, de acuerdo con realizaciones como las descritas en la Figura 3A y en otras partes del presente documento.
- 15 **[0015]** En las Figuras 3C-3E se ilustra el voltaje mediante gráficos de rendimiento de corriente de diferentes ejemplos de material VSD, en respuesta a la presencia de eventos de voltaje, de conformidad con una o más realizaciones de la invención.
- 20 **[0016]** En la Figura 4 se ilustra otro proceso por el cual el material VSD puede incluir material orgánico que recubre conductores o semiconductores en virtud de una realización de la invención.
- [0017]** En las Figuras 5A y 5B se ilustran cómo la aplicación de material orgánico para recubrir la superficie de conductores o semiconductores metálicos/inorgánicos puede reducir la carga de dichas partículas, de acuerdo con una realización de la invención.
- 25 **[0018]** En la Figura 5C se ilustra una distribución relativamente desorganizada de rellenos orgánicos que reflejan los efectos de los rellenos orgánicos distribuidos a escala nanoscópica dentro de un aglutinante de material VSD, de acuerdo con una realización de la invención.
- 30 **[0019]** Las Figuras 6A y 6B ilustran cada una diferentes configuraciones para un dispositivo de sustrato configurado con material VSD que posee componentes orgánicos ("VSD orgánico"), de acuerdo con una realización de la invención.
- 35 **[0020]** En la Figura 7 se ilustra un proceso de galvanoplastia, utilizando material VSD orgánico de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en las Figuras 1-5C.
- [0021]** La Figura 8 es un diagrama simplificado de un dispositivo electrónico en el que puede proporcionarse el material VSD de acuerdo con realizaciones descritas en el presente documento.

40 DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 45 **[022]** Las realizaciones descritas en el presente contemplan dispositivos que incorporan una composición de material VSD que incluye material orgánico conductor o semiconductor. Como se describe en el presente, el uso de material orgánico conductor o semiconductor permite la formulación de material VSD que ofrece varias características mejoradas o deseadas que no son suministradas por formulaciones de VSD más convencionales.
- 50 **[023]** En consecuencia, una o varias realizaciones contemplan dispositivos que incorporan, integran o de otra manera proporcionan una formulación de material VSD que posee beneficios entre los que figuran, por ejemplo, uno o varios de los siguientes: (i) posee propiedades mecánicas mejoradas, incluidas propiedades inherentes de resistencia a la compresión alta, resistencia al rayado y no fragilidad; (ii) posee propiedades térmicas mejoradas; (iii) posee alta resistencia de adhesión, (iv) posee una buena capacidad para adherirse al cobre; o (v) un menor grado de dilatación térmica cuando se compara con los materiales VSD más convencionales.

- 5 **[024]** Con respecto a las formulaciones de VSD en tales dispositivos, una o varias realizaciones prevén una composición que incluye: (i) material orgánico que es conductor o semiconductor; y (ii) partículas conductoras y/o semiconductoras distintas de dicho material orgánico. El material orgánico conductor/semiconductor puede ser soluble en un disolvente o está dispersado a escala nanoscópica dentro de la composición de material VSD. Se combinan el material orgánico con las partículas conductoras y/o semiconductoras para proporcionar a dicha composición las características eléctricas de material VSD, entre las que figuran las de ser: (i) dieléctrica en ausencia de un voltaje superior a un nivel de voltaje característico; y (ii) conductora si la aplicación de dicho voltaje es superior al nivel de voltaje característico.
- 10 **[025]** De acuerdo con las realizaciones descritas en el presente, el material orgánico conductor/semiconductor puede estar uniformemente mezclado en un aglutinante de la mezcla de VSD. En una realización, la mezcla está dispersada a escala nanoscópica, lo que quiere decir que las partículas que comprenden el material orgánico conductor/semiconductor son de escala nanoscópica en al menos una dimensión (por ejemplo, su sección transversal) y un número sustancial de las partículas que comprenden la cantidad global dispersada en el volumen están individualmente separadas (con el fin de no estar coaguladas o compactadas juntas).
- 15 **[026]** Adicionalmente, una o varias realizaciones incluyen material VSD que posee nanotubos de carbono. En una realización, un aglutinante del material VSD incluye nanotubos de carbono que están sustancialmente mezclados de manera uniforme con el fin de ser distribuidos a escala nanoscópica.
- 20 **[027]** En otra realización, se proporciona un método para crear un material dieléctrico de voltaje conmutable. Se crea una mezcla que contiene: (i) un aglutinante que es dieléctrico; (ii) partículas conductoras o semiconductoras metálicas y/o inorgánicas; y (iii) material orgánico conductor o semiconductor. Para crear la mezcla se utiliza una cantidad de cada uno de los elementos: el aglutinante, las partículas conductoras o semiconductoras metálicas y/o inorgánicas y el material orgánico. La mezcla, cuando ha sido curada, es: (i) dieléctrica en ausencia de un voltaje superior a un voltaje característico; y (ii) conductora en presencia de un voltaje superior al voltaje característico. A continuación se puede curar la mezcla para formar el material VSD.
- 25 **[028]** Con una realización como la descrita, el voltaje característico puede oscilar con valores que exceden varias veces los niveles operativos de voltaje del circuito o dispositivo. Estos niveles de voltaje pueden ser del orden de estados transitorios, como los producidos por descargas electrostáticas, aunque las realizaciones pueden incluir el uso de eventos eléctricos previstos. Asimismo, una o varias realizaciones prevén que, en ausencia de un voltaje superior al voltaje característico, el material se comporte de forma similar al aglutinante.
- 30 **[029]** Asimismo, una realización prevé material VSD formado a partir del proceso o método indicado.
- 35 **[030]** Adicionalmente, se puede suministrar un dispositivo electrónico con material VSD de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente. Estos dispositivos eléctricos pueden incluir dispositivos de sustrato, como por ejemplo placas de circuito impreso, paquetes semiconductores, dispositivos discretos, diodos emisores de luz (LED, por sus siglas en inglés) y componentes de radiofrecuencia (RF).
- 40 **[031]** En una realización, el material orgánico es un fullereno. De acuerdo con una realización, el material orgánico es un nanotubo de carbono con una pared única o paredes múltiples.
- 45 **[032]** Como se usa en el presente, “material de voltaje conmutable” o “material VSD” se refiere a cualquier composición o combinación de composiciones que poseen la característica de ser dieléctricas o no conductoras, a menos que se aplique al material un voltaje superior a un nivel de voltaje característico del material, en cuyo caso el material se convierte en conductor. Por consiguiente, el material VSD es dieléctrico a menos que se aplique al material un voltaje superior al nivel de voltaje característico del material (por ejemplo, el proporcionado por eventos de descarga electrostática (ESD, por sus siglas en inglés)), en cuyo caso el material VSD se convierte en conductor. El material VSD también puede ser caracterizado como cualquier material con una resistencia no lineal.
- 50 **[033]** También se puede caracterizar el material VSD como un material sin capas y uniforme en su composición, y que a la vez exhibe características eléctricas, como se ha indicado anteriormente.
- 55 **[034]** Asimismo, una realización prevé que el material VSD pueda ser caracterizado como un material que

comprende un aglutinante mezclado en parte con partículas conductoras o semiconductoras. En ausencia de un voltaje superior a un nivel de voltaje característico, el material en su conjunto adapta [sic] la característica dieléctrica del aglutinante. Si se aplica un voltaje superior al nivel característico, el material en su conjunto adapta [sic] características conductoras.

5

[035] Por lo general, el voltaje característico del material VSD se mide en voltios/longitud por 0,127 mm (5 milésimas de pulgada). Una o varias realizaciones prevén que el material VSD posea un nivel de voltaje característico superior al de un circuito operativo.

10 **[036]** La Figura 1 es un diagrama de bloques en el que se ilustran componentes para su uso en un proceso de formulación de material de VSD, de acuerdo con una realización de la invención. Según una realización, se combina el material orgánico conductor o semiconductor (“material orgánico”) (110) con las partículas conductoras (y/o) semiconductoras (120) para formar el material VSD (140). Como opción adicional, también se pueden combinar partículas aislantes con las partículas conductoras/semiconductoras (120). En una realización, el material orgánico (110) se combina con partículas conductoras/semiconductoras (120) que no son orgánicas. Se pueden combinar los materiales aglutinantes (130) con el material orgánico (110) y las partículas conductoras para formar el material VSD (140). Se puede utilizar un proceso de formulación de VSD (150) para combinar los diferentes constituyentes del material VSD (140). Más adelante se describen los procesos de formulación para combinar el material VSD con el material orgánico en, por ejemplo, una realización de la Figura 2.

20

[037] En una realización, el aglutinante (130) es un aglutinante que retiene el material orgánico conductor/semiconductor (110) y las partículas conductoras/semiconductoras (120). En una realización, el material orgánico (110) está dispersado como partículas a escala nanoscópica. Como partículas dispersadas a escala nanoscópica, el material orgánico (110) incluye partículas a escala nanoscópica e individualmente separadas entre sí, en vez de unidas o aglomeradas. El proceso de formulación (150) puede dispersar uniformemente las partículas dentro del aglutinante del aglutinante (130).

25

[038] En una realización de la Figura 1, el material orgánico consiste en fullerenos dispersados. Entre los ejemplos de fullerenos que son apropiados para su uso con una o varias realizaciones descritas en el presente figuran los fullerenos C60 o C70 (112), conocidos a veces por el nombre de *Buckyballs* o *buckyesferas*. Estos fullerenos pueden ser funcionalizados para proporcionar un grupo o fragmento químico enlazado de manera covalente. En otra realización, se pueden utilizar nanotubos de carbono (114), los cuales son fullerenos de forma cilíndrica. Los nanotubos de carbono (114) pueden ser de pared única o con paredes múltiples. Adicionalmente, una o varias realizaciones contemplan una cantidad formada a partir de una combinación de diferentes tipos de fullerenos, incluidos los nanotubos de carbono.

30

35

[040] [sic] De acuerdo con una o varias realizaciones, otros ingredientes o componentes para su uso en el proceso de formación (150) incluyen los disolventes y catalizadores. Se pueden añadir disolventes al aglutinante del aglutinante (130) para separar las partículas. Se puede utilizar un proceso de mezcla para espaciar uniformemente las partículas separadas. En una realización, el resultado del proceso de mezcla es que la composición se mezcla uniformemente para dispersar las partículas a escala nanoscópica. Por consiguiente, se pueden separar individualmente las partículas como los nanotubos de carbono y distribuir las de forma relativamente uniforme en el material. Con el fin de lograr una dispersión a escala nanoscópica, una o varias realizaciones prevén el uso de agitadores sónicos y sofisticados equipos de mezcla (por ejemplo, mezcladores rotor-stator, molinos de bolas, mini-molinos y otras tecnologías de mezclado con alto nivel de cizalla) durante un periodo de varias horas o más. Una vez mezclada, la mezcla resultante puede ser curada o secada.

40

45

[041] Como alternativa o adicionalmente al uso de partículas distribuidas a escala nanoscópica, una o varias realizaciones prevén que el material orgánico conductor/semiconductor (110) sea soluble en disolventes. En una realización, se añade el material orgánico conductor/semiconductor (110) al aglutinante y se mezcla con disolvente. Durante el proceso de secado, se retira el disolvente, dejando el material orgánico conductor/semiconductor (110) para que permanezca uniformemente mezclado dentro del material curado. Un ejemplo de material soluble en disolvente es el poli-3-hexiltiofeno. El disolvente puede ser el tolueno. Como resultado del paso de curado en el proceso de formulación (150), el poli-3-hexiltiofeno permanece en el material VSD (140).

50

55

[042] Por lo tanto, como alternativa o adicionalmente a los fullerenos, se contemplan muchos otros tipos de material orgánico conductor/semiconductor para su uso con material de VSD, de acuerdo con realizaciones de la invención. Entre los mismos figuran: poli-3-hexiltiofeno (como se ha indicado anteriormente), politiofeno, un poliacetileno, un poli(estirenosulfonato) de poli(3,4-etilendioxitiofeno), un pentaceno, (8-hidroxiquinolinolato)

aluminio (III), N,N'-di-[(naftalenil)-N,N'difenilo]-1,1'-bifenilo-4,4'-diamina [NPD], un grafito de carbono o fibra de carbono conductor, polvo de diamante y un polímero conductor.

5 **[043]** Por lo tanto, como alternativa o variante de la realización descrita, el material orgánico puede ser un compuesto que es soluble en un disolvente.

10 **[044]** De acuerdo con otra realización, se pueden utilizar otros tipos de material orgánico conductor o semiconductor. Estos incluyen monómeros, oligómeros y polímeros conductores/semiconductores. Por clasificación, el material orgánico conductor o semiconductor puede ser variaciones de monómeros, oligómeros y polímeros de tiofenos (por ejemplo, poli-3-hexiltiofeno o politiofeno), anilinas, fenilenos, vinilenos, fluorenos, naftaleno, pirrol, acetileno, carbazol, pirrolidona, materiales de ciano, antraceno, pentaceno, rubreno, perileno u oxadizoles. Asimismo, el material orgánico conductor o semiconductor puede ser poli(3,4-etilenodioxitiofeno)/poli(estirenosulfonato), (8-hidroxiquinolinolato) aluminio (III), N,N'-bis-(3-metilfenilo-N,N'-difenilobencidina [TPD], N,N'-Di-[(naftalenilo)-N,N'difenilo]-1,1'-bifenilo-4,4'-diamina [NPD].

15 **[045]** Las partículas conductoras/semiconductoras (120) pueden ser conductores o semiconductores. Una o varias realizaciones prevén el uso de partículas inorgánicas semiconductoras que incluyen el silicio, el carburo de silicio, o el dióxido de titanio, el nitruro de boro, el nitruro de aluminio, el óxido de níquel, el óxido de zinc, el sulfuro de zinc, el óxido de bismuto, el óxido de cerio, el óxido de hierro, el metal y/o complejos seleccionados de entre un grupo constituido por óxidos, nitruros metálicos, carburos metálicos, boruros metálicos, sulfuros metálicos o una combinación de los mismos.

25 **[046]** El aglutinante (130) también puede ser de varios tipos. Puede proporcionarse el aglutinante (130) en forma de un aglutinante que retiene el material orgánico conductor/semiconductor (110) y las partículas conductoras/semiconductoras (120). De acuerdo con diferentes realizaciones, el aglutinante (130) está formado a partir de un material seleccionado de entre un grupo que comprende polímeros de silicona, epoxi, poliimida, polietileno, polipropileno, óxido de polifenileno, polisulfona, materiales de sol-gel y cerámicos. De acuerdo con una o varias realizaciones, el aglutinante (130) es un aglutinante que suspende y/o retiene el material orgánico (110) y las partículas conductoras/semiconductoras (120), así como otras partículas o compuestos que comprenden el material VSD (140). Adicionalmente, el aglutinante (130) puede incluir disolventes y otros elementos que no se describen específicamente en el presente.

5 **[047]** FORMULACIÓN DE VSD CON MATERIAL ORGÁNICO

35 **[048]** En términos generales, las realizaciones prevén el uso de material VSD que incluye, por porcentaje de volumen, 5-99% de aglutinante, 0-70% de conductor, 0-90% de semiconductor y 0,01-95% de material orgánico conductor o semiconductor. Una o varias realizaciones prevén el uso de material VSD que incluye, por porcentaje de volumen, de 20-80% de aglutinante, 10-50% de conductor, 0-70% de semiconductor y material orgánico que es conductor o semiconductor y posee un volumen de la composición en un intervalo de 0,01-40%. Adicionalmente, una realización prevé el uso de material VSD que incluye, por porcentaje de volumen, 30-70% de aglutinante, 15-45% de conductor, 0-50% de semiconductor y material orgánico que es conductor o semiconductor y posee un volumen de la composición en un intervalo de 0,01-40%. Entre los ejemplos de materiales aglutinantes figuran polímeros de silicona, epoxi, poliimida, resinas fenólicas, polietileno, polipropileno, óxido de polifenileno, polisulfona, materiales de sol-gel, cerámicos y polímeros inorgánicos. Ejemplos de conductores incluyen metales como el cobre, el aluminio, el titanio, el níquel, el acero inoxidable, el cromo y otras aleaciones. Entre los ejemplos de semiconductores figuran semiconductores orgánicos e inorgánicos. Algunos semiconductores inorgánicos incluyen el silicio, el carburo de silicio, el nitruro de boro, el nitruro de aluminio, el óxido de níquel, el óxido de zinc, el sulfuro de zinc, el óxido de bismuto y el óxido de hierro. Entre los ejemplos de semiconductores orgánicos figuran el poli-3-hexiltiofeno, el pentaceno, el perileno (o sus derivados), los nanotubos de carbono, los fullerenos C60 y el diamante. Se pueden seleccionar la formulación y composición específicas para las propiedades mecánicas y eléctricas que mejor se adapten a la aplicación específica del material VSD.

55 **[049]** En la Figura 2 se ilustra un proceso para formular una composición de material VSD que posee material orgánico, de acuerdo con una realización de la invención. Inicialmente, en el paso 210, se crea una mezcla de resina que posee partículas orgánicas conductoras y semiconductoras (o alternativamente solubles en disolvente). La mezcla de resina puede servir como el aglutinante del material VSD cuando la formulación ha sido completada. En una realización, el material orgánico puede ser nanotubos de carbono. La cantidad de material orgánico añadido a la mezcla puede variar, dependiendo de la deseada por peso o por porcentaje en volumen del material orgánico en el material VSD formulado. En una realización en la que se usan nanotubos de carbono, la cantidad de nanotubos de carbono añadidos a la resina tiene como resultado nanotubos de carbono que poseen un porcentaje por peso

inferior al 10% de la composición global, y más concretamente entre 0,01% y 10% del material VSD formulado. Más en general, la cantidad de material orgánico añadido a la resina puede estar basada en el uso de material orgánico que tiene un porcentaje por peso del material VSD formulado que es inferior al umbral de filtración de la mezcla.

5 **[050]** En el paso 220 se añaden los conductores/semiconductores metálicos y/o inorgánicos a la mezcla. Como se ha descrito en relación con una realización de la Figura 1, se pueden utilizar numerosos tipos de conductores o semiconductores. Se puede añadir más de un tipo de partícula orgánica/semiconductora. En una realización, se utiliza el dióxido de titanio (TiO₂) como el tipo principal (o uno de los tipos principales) de partículas conductoras/semiconductoras, junto con partículas conductoras adicionales. También se pueden añadir a la mezcla
10 constituyentes adicionales curadores y catalizadores y partículas aislantes.

[051] En el paso 230, se puede realizar un proceso de mezclado durante un período designado. En una realización, se lleva a cabo el proceso de mezclado con equipo de mezcla, incluidos agitadores sónicos, durante un periodo de varios minutos u horas.

15 **[052]** En el paso 240 se aplica la mezcla a su objetivo deseado. Por ejemplo, se puede aplicar la mezcla a un espacio de 0,127 mm (5 milésimas de pulgada) entre dos electrodos determinados de un dispositivo específico. En la ubicación objetivo se cura la mezcla para conformar material VSD.

20 **[053]** Como se ha descrito con respecto a una realización de la Figura 1, el material VSD resultante posee numerosas propiedades mecánicas mejoradas en comparación con el material VSD más convencional. Por ejemplo, entre otras mejoras que se pueden obtener, el material VSD formulado de acuerdo con una realización como la que se describe puede ser menos frágil, poseer una mejor resistencia a la compresión, adherirse mejor a los metales (en particular el cobre) y/o tener mejores propiedades estéticas.

25 **[054]** FORMULACIÓN Y COMPOSICIÓN EJEMPLARES

[055] Se puede formular un compuesto de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente de la siguiente manera: se añade el material orgánico, como por ejemplo nanotubos de carbono (CNT, por sus siglas en inglés) a una mezcla de resina apropiada. En una realización, la mezcla de resina incluye Epon 828 y un agente de acoplamiento de silano. Se puede añadir NMP (N-metilo-2pirrolidona) a la mezcla de resina. Posteriormente se pueden añadir partículas conductoras o semiconductoras a la mezcla. En una realización, se mezcla el dióxido de titanio en la resina, junto con nitruro de titanio, diboruro de titanio, un compuesto o agente curador y un agente catalizador. La mezcla puede ser mezclada uniformemente durante una operación de mezclado que dura horas (por ejemplo, 8 horas) usando, por ejemplo, un mezclador rotor-estator con sonicación. Se puede
30 añadir NMP según sea necesario durante el periodo de mezcla. La mezcla resultante puede aplicarse como un revestimiento utilizando una varilla con alambre enrollado nº 50 o serigrafía en el objetivo deseado. En una realización, se puede aplicar el recubrimiento a través de un espacio de 0,127 mm (5 milésimas de pulgada) entre dos electrodos. Posteriormente puede tener lugar un proceso de curado de diferentes características. Un proceso de curado apropiado incluye el curado durante diez minutos a 75° C, diez minutos a 125° C, 45 minutos a 175° C y 30
35 minutos a 187° C.
40

[056] Las formulaciones específicas pueden variar en función de los criterios de diseño y aplicación. Un ejemplo de una formulación en la que los nanotubos de carbono se utilizan para el material orgánico (110) incluye:

	Tipo de epoxi	Peso (g.)
45	CheapTubes	5,4
	Epon 828	100
	Gelest Aminopropiltrióxido de silano	4
	Epoxi total	104
	Óxido de bismuto nanofásico	98
50	HC Starck TiN	164
	Degussa Dyhard T03	4,575
	NMP	25,925

ES 2 395 451 T3

	Solución de curado	30,5
	1-metilimidazol	0,6
	HC Stark TiB2	149
	Millenium Chemical Doped TiO2	190
5	NMP	250
	Solución total	986,1
	Sólidos totales	715,575
	Epoxi: Relación de equiv. de amin. % sólidos 72,6%	

*La solución de curado es una solución de 15% por peso de Dyhard T03 disuelta en NMP.

10 **[057]** Los nanotubos de carbono poseen la ventaja de ser un material de relleno orgánico con una elevada relación de aspecto. Se pueden variar las relaciones de longitud o de aspecto para proporcionar una propiedad deseada, como por ejemplo voltaje de conmutación, para el material.

15 **[058]** La Figura 3A es una ilustración en sección transversal de material VSD proporcionado en un dispositivo (302), donde el material VSD se formula de acuerdo con una o varias realizaciones de la invención. En una realización, un espesor o capa o material VSD (300) incluye constituyentes básicos de partículas de metal (310), material aglutinante (315) y nanotubos de carbono (320). Como alternativa o adicionalmente al uso de nanotubos de carbono (320) se puede utilizar otro material orgánico, como por ejemplo fullerenos C60 o C70 (que pueden estar funcionalizados o no). Además, el uso de conductores y semiconductores orgánicos proporciona la capacidad de utilizar moléculas donantes o receptoras de electrones.

20 **[059]** Sin embargo, las realizaciones reconocen que los nanotubos de carbono tienen una relación considerable entre su longitud y anchura. Esta propiedad dimensional permite a los nanotubos de carbono mejorar la capacidad del aglutinante de pasar los electrones de partícula conductora

25 a partícula conductora en los casos de un voltaje transitorio que sea superior al voltaje característico. De esta forma, los nanotubos de carbono pueden reducir la cantidad de carga de metal presente en el material VSD. Mediante la reducción de la carga de metal se pueden mejorar las características físicas de la capa. Por ejemplo, como se ha mencionado con respecto a una o varias de las realizaciones, la

disminución de la carga de metal reduce la fragilidad del material VSD (300).

30 **[060]** Asimismo, aunque una realización de la Figura 3A ilustra el material orgánico en forma de partículas con la capa de material VSD, en una o varias realizaciones se prevé el uso de un disolvente orgánico soluble en el aglutinante (315).

35 **[061]** Como se ha descrito con respecto a una realización de la Figura 2, se puede formar el material VSD (300) en el dispositivo (302) al ser depositado como una mezcla en una ubicación objetivo del dispositivo (302). La ubicación objetivo puede corresponder a un intervalo (312) entre un primer y un segundo electrodo (322 y 324). De acuerdo con una o varias realizaciones, el intervalo (312) es de aproximadamente (es decir, dentro del 60% de) 0,0762mm (3,0 milésimas de pulgada), 0,127 mm (5,0 milésimas de pulgada) o 0,1905mm (7,5 milésimas de pulgada) para aplicaciones como las placas de circuito impreso. Sin embargo, la distancia exacta del intervalo (312) puede variar en función de las especificaciones de diseño (por ejemplo, la distancia de separación puede oscilar entre

40 0,0508 mm (2 milésimas de pulgada) y 0,254 mm (10 milésimas de pulgada) para aplicaciones de placa de circuito impreso). Además, algunas aplicaciones, como por ejemplo los paquetes de semiconductores, pueden utilizar, por ejemplo, distancias de separación mucho más pequeñas. La aplicación del material VSD en el espacio permite la manipulación de la corriente que es el resultado de voltajes transitorios superiores al voltaje característico del material VSD.

45 **[062]** El dispositivo (302) puede ser cualquiera de los muchos tipos de dispositivos eléctricos. En una realización, el dispositivo (302) se implementa como parte de una placa de circuito impreso. Por ejemplo, se puede proporcionar el material VSD (300) como un espesor que se encuentra en la superficie de la tarjeta o dentro del espesor de la tarjeta. También se puede proporcionar el dispositivo (302) como parte de un paquete de

50 semiconductores o un dispositivo discreto.

[063] Alternativamente, se puede usar el dispositivo (302) con, por ejemplo, un diodo emisor de luz, una etiqueta o dispositivo de radiofrecuencia o un paquete de semiconductores.

[064] Como se describe con respecto a otras realizaciones, el material VSD, cuando se aplica a una ubicación objetivo de un dispositivo, puede estar caracterizado por propiedades eléctricas como voltaje característico (o de activación), voltaje de bloqueo, corriente de fuga y capacidad de transporte de corriente. Las realizaciones descritas en el presente prevén el uso de material orgánico conductor o semiconductor en una mezcla que permite el ajuste de propiedades eléctricas como las descritas, manteniendo a la vez varias propiedades mecánicas deseadas que se describen en otras partes de esta solicitud.

[065] En la Figura 3B se ilustra un gráfico de propiedades eléctricas básicas de voltaje de bloqueo y de activación para el material VSD, de acuerdo con realizaciones como las descritas en la Figura 3A y en otras partes de esta solicitud. En general, el voltaje característico o de activación es el nivel de voltaje (que puede variar por longitud de unidad) a partir del cual el material VSD se activa o se convierte en conductor. El voltaje de bloqueo es típicamente inferior o igual al voltaje de activación y es el voltaje requerido para mantener el material VSD en modo activado. En algunos casos, cuando se proporciona el material VSD entre dos o más electrodos, se pueden medir los voltajes de activación y bloqueo como la potencia a través del propio material VSD. Por consiguiente, se puede mantener el modo activado del material VSD al mantener el nivel de entrada de voltaje por encima del voltaje de bloqueo durante un periodo de tiempo inferior al periodo o energía de umbral de descomposición. Durante su aplicación, los voltajes de activación y/o bloqueo pueden variar como resultado de una señal de entrada que tiene picos o está pulsada, formada o modulada a lo largo de diferentes impulsos.

[066] Las realizaciones también reconocen que otra propiedad eléctrica de interés incluye la resistencia en modo desactivado, que se determina al medir la corriente a través de los voltajes operativos del dispositivo. La resistividad en modo desactivado puede corresponder a la corriente de fuga. Un cambio en la resistividad en modo desactivado, en comparación con el periodo anterior y posterior a cuando el material VSD se activa y desactiva, indica una degradación del rendimiento del material VSD. En la mayoría de los casos esta circunstancia debería minimizarse.

[067] Asimismo, otra característica eléctrica puede corresponder a la capacidad de transporte de corriente, medida como la capacidad del material para sustentarse después de ser activado y, a continuación, desactivado.

[068] En las Tablas 1 y 2 [se muestran] varios ejemplos de material VSD, incluido el material VSD compuesto de nanotubos de carbono, de acuerdo con una o varias realizaciones descritas en el presente. En cada una de las Tablas 1 y 2 se enumeran las propiedades eléctricas medidas genéricamente (lo que quiere decir que no se proporciona ninguna diferenciación entre las formas de señal de entrada y/o la manera en que se determinan los datos para las propiedades eléctricas), cuantificadas por voltajes de bloqueo y activación que son consecuencia del uso del material VSD de acuerdo con la composición indicada.

Tabla 1

Material	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4	Ejemplo 5	Ejemplo 6
	Peso (g.)					
Hyperion CP-1203	0	31,29	0	40,86	40,36	40,67
Níquel INP400	216,27	221,49	0	0	71,07	71,02
Momentive TiB2 (previamente GE)	0	0	55,36	55,4	36,25	36,18
Saint Gobain BN	0	0	0	0	11,26	11,35
Epon 828 (Hexion)	40,13	10,09	51,06	12,18	0	0
Degussa Dyhard T03	1,83	1,83	2,34	2,33	1,73	1,73
1-metilimidazol	0,1	0,13	0,3	0,3	0,05	0,05
imidazoledicarbonitrilo	0	0	0	0	6	0
Metilaminoantraceno	0	0	0	0	0	6,02

ES 2 395 451 T3

Millenium Chemical TiO2	0	0	85,03	85,79	68,62	68,15
N-metilpirrolidinona	80,37	80,46	83,5	123,4	108,8	98,9
Espacio	0,127 mm (5 milésimas de pulgada)					
Voltaje de activación	250	170	1475	775	530	550
Voltaje de bloqueo	100	70	1380	220	210	255

Tabla 2

Material	Ejemplo 7	Ejemplo 8	Ejemplo 8 [sic]
	Peso (g.)	Peso (g.)	Peso (g.)
Níquel INP400	0	0	160,28
Fullereno Aldrich C60 hollín	0	0	1,5
Nanotubos de carbono Cheaptubes	5,4	5,44	4,0
Nanofase Bi2O3	98	98,36	1,5
HC Starck TiN	164	164,3	0
Epon 828 (Hexion)	100	100	100,1
Degussa Dyhard T03	4,56	4,56	4,65
1-metilimidazol	0,6	0,6	0,3
Saint Gobain BN	0	0	19,67
Momentive TiB2 (previamente GE)	0	0	85,26
HC Starck TiB2	149	149	0
Millenium Chemical TiO2	190	190	150,59
Gelest SIA610,1	4	4,05	0
Sexitiofeno	0	1,03	0
N-metilpirrolidinona	275,9	275,9	226,4
Espacio	0,127 mm (5 milésimas de pulgada)	0,127 mm (5 milésimas de pulgada)	0,127 mm (5 milésimas de pulgada)
Voltaje de activación	460	520	700
Voltaje de bloqueo	348	413	380

Con respecto a la Tabla 1, el ejemplo 1 proporciona una composición de material VSD que constituye una base de comparación con otros ejemplos y que no se engloba dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. En el Ejemplo 1 no se utiliza material orgánico conductor o semiconductor en el material VSD. Asimismo, el material VSD posee una carga de metal relativamente alta. En el Ejemplo 2 se ilustra una composición similar a la del Ejemplo 1, pero con la introducción de nanotubos de carbono. El resultado es una reducción en el voltaje de activación y bloqueo. Se pueden reducir los voltajes de activación y bloqueo añadiendo nanotubos de carbono a un nivel de carga de níquel determinado (constante).

[069] En el ejemplo 3 también se ilustra una composición de VSD que carece de material orgánico conductor/semiconductor y se proporciona como un ejemplo comparativo no incluido en el ámbito de las reivindicaciones adjuntas, mientras que en el Ejemplo 4 se ilustra el efecto de la inclusión de los nanotubos de carbono en la mezcla. Se muestra una reducción dramática en los voltajes de activación y bloqueo. Por lo que respecta a los Ejemplos 3 y 4, ambas composiciones ilustran composiciones que poseen características mecánicas deseables, así como características de resistividad en modo desactivado y características mecánicas de capacidad de transporte de corriente (a las cuales no se hace referencia en el gráfico). Sin embargo, los valores de voltaje de activación y bloqueo del Ejemplo 3 ilustran cómo resulta difícil activar la composición, sin la inclusión de nanotubos de carbono, y mantenerla activa. Por consiguiente, los voltajes de activación y bloqueo anormalmente elevados reducen la utilidad de la composición.

[070] En los ejemplos 5 y 6 se ilustra el uso de semiconductores orgánicos con nanotubos de carbono. En el Ejemplo 5, el semiconductor orgánico es imidazoledicarbonitrilo. En el Ejemplo 6, el semiconductor orgánico es metilaminoantraceno.

[071] En los Ejemplos 7-10 [sic] se muestran varias combinaciones de materiales VSD. El Ejemplo 8 ilustra el uso del semiconductor orgánico (sexitiofeno) y nanotubos de carbono. En el Ejemplo 10 se ilustra una composición de VSD que posee múltiples tipos de nanotubos de carbono de diferentes composiciones de VSD, ilustrando diversos efectos del uso de material orgánico conductor o semiconductor, de conformidad con realizaciones de la invención.

[072] Los diagramas de rendimiento mostrados en las Figuras 3C-3E asumen entradas de voltaje pulsado. Los diagramas de rendimiento pueden entenderse al hacer referencia a los ejemplos proporcionados en la siguiente tabla.

Tabla 3

Material	Ejemplo 11	Ejemplo 12	Ejemplo 13
	Peso (g.)	Peso (g.)	Peso (g.)
Hyperion CP1203	21,0	0	1,0
Hexion Epon 828	50,25	0	5
Aluminio revestido con cabosil	40,33	26,33	0
Aluminio ATA5669	0	0	13,76
Degussa Dyhard T03	3,22	0,8	0,6
Metoxietanol	25,8	6,39	4,68
1-metilimidazol	0,06	0,04	0,04
Hexion Epon SU-8	0	19,55	14,32
Metiletilcetona	0	11,73	6,6
Alúmina revestida con cabosil	0	15,31	0

[073] La Figura 3C es un diagrama en el que se ilustra un diagrama de rendimiento para el material VSD que posee una cantidad relativamente grande de concentración de nanotubos de carbono en el aglutinante del material

VSD, como se ha descrito en el Ejemplo 11. Tal y como se muestra en el diagrama de la Figura 3C, la presencia de un evento inicial de voltaje (372) en un intervalo de 500-1000 voltios tiene como resultado la activación del material para poder transportar corriente. La aplicación de un segundo evento de voltaje (374) después de que el dispositivo se desactiva desde el primer evento tiene como resultado un efecto similar al del evento inicial (372), ya que el material transporta corrientes a relativamente los mismos niveles de voltaje. La presencia del tercer evento de voltaje (376) después de que el dispositivo se desactiva por segunda vez tiene como consecuencia un resultado similar en el amperaje transportado en el material VSD al de las dos primeras incidencias. Como se ilustra en la Figura 3C, el material VSD de la composición en el Ejemplo 11 posee una capacidad de transporte de corriente relativamente alta, ya que el material VSD permanece efectivo después de dos casos de activación y desactivación.

[074] La Figura. 3D está correlacionada con el Ejemplo 12, que es una composición de VSD que no contiene material orgánico conductor o semiconductor y no se encuentra dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas. Aunque que el material VSD resulta eficaz en el primer evento de voltaje (382), no se produce ningún comportamiento no lineal detectable (es decir, el voltaje de activación) cuando se produce el posterior segundo evento de voltaje (384).

[075] La Figura 3E está correlacionada con el Ejemplo 13, que posee un número inferior de nanotubos de carbono. La ligera adición del material orgánico conductor/semiconductor mejora la capacidad de transporte de corriente del material VSD, tal y como se muestra en el amperaje del primer evento de voltaje (392) y el amperaje inferior (pero presente) del segundo evento de voltaje (394).

[076] PARTÍCULAS CONDUCTORAS O SEMICONDUCTORAS REVESTIDAS

[077] Una o varias realizaciones incluyen una formulación de material VSD que incluye el uso de microrellenos conductores o semiconductores que están revestidos o combinados de otra forma en una periferia de una partícula de metal. Esta formulación permite una reducción adicional en el tamaño de la partícula de metal y/o el volumen que de otro modo sería ocupado por la partícula de metal. Dicha reducción puede mejorar las características físicas generales del material VSD de la forma que se describe en otras realizaciones.

[078] Como se describe más adelante, una o varias realizaciones prevén el uso de materiales orgánicos conductores como microrellenos que revisten o unen metal u otros elementos conductores inorgánicos. Un objetivo de revestir las partículas inorgánicas/de metal con partículas orgánicas [es] mantener el volumen general del material conductor efectivo en el aglutinante del material VSD, a la vez que se reduce un volumen de las partículas de metal en uso.

[079] En la Figura 4 se ilustra un proceso más detallado por el que se puede formular el material VSD en virtud de una realización de la invención. De acuerdo con el paso 410, se preparan inicialmente los elementos conductores (o semiconductores) que se cargarán en un aglutinante para la formulación de VSD. Este paso puede incluir la combinación de material orgánico (por ejemplo, nanotubos de carbono) con partículas que se van a revestir para crear un efecto deseado cuando la mezcla final sea curada.

[080] En una implementación, se llevan a cabo pasos independientes de preparación para el metal y las partículas de óxido metálico. De acuerdo con una realización, el paso 410 puede incluir los subpasos de filtrado de polvo de aluminio y de alúmina. A continuación se revisten cada uno de los conjuntos de polvo con un conductor orgánico para formar el elemento conductor/semiconductor. En una implementación, se puede utilizar el siguiente proceso para el aluminio: (i) añadir 1-2 mM de silano por gramo de aluminio (disperso en un disolvente orgánico); (ii) aplicar un aplicador sónico para distribuir las partículas; (iii) dejar reaccionar durante 24 horas con agitación; (iv) pesar el Cab-O-Sil o conductor orgánico e introducirlo en la solución; (v) añadir un disolvente adecuado al Cab-O-Sil y/o mezcla conductora orgánica; (vi) añadir el Cab-O-Sil y/o el conductor orgánico a la colección con aluminio; y (vii) secar durante la noche a 30-50° C.

[081] De forma similar, se puede utilizar el siguiente proceso para la alúmina: (i) añadir 1-2 mM de silano por gramo de alúmina (dispersa en un disolvente orgánico); (ii) aplicar un aplicador sónico para distribuir las partículas; (iii) dejar reaccionar durante 24 horas con agitación; (iv) pesar Cab-O-Sil o conductor orgánico e introducirlo en la solución; (v) añadir el Cab-O-Sil y/o el conductor orgánico a la colección con alúmina; (vi) secar durante la noche a 30-50° C.

[082] De acuerdo con una realización, se pueden utilizar los nanotubos de carbono para el revestimiento o la preparación de los elementos conductores. Los nanotubos de carbono pueden estar orientados para situarse sobre

un extremo cuando están unidos a las partículas de metal, de manera que extienden la longitud conductora de las partículas, y a la vez reducen el volumen general del metal requerido. Esto se puede lograr colocando un agente reactivo químico en el perímetro de la superficie de las partículas de metal que van a formar los conductores dentro del material VSD. En una realización se pueden tratar las partículas de metal con un producto químico que es reactivo a otro producto químico ubicado en el extremo longitudinal del nanotubo de carbono. Se pueden tratar las partículas de metal con, por ejemplo, un agente de acoplamiento de silano. Se pueden tratar los extremos de los nanotubos de carbono con el agente reactivo para permitir una unión por los extremos de los nanotubos de carbono a la superficie de las partículas de metal.

5
10 **[083]** En el paso 420 se prepara una mezcla. Se puede disolver el material aglutinante en un disolvente apropiado. Se puede lograr la viscosidad deseada mediante la adición de más o menos disolvente. Se añaden los elementos conductores (o elementos semiconductores del paso 410) a los materiales aglutinantes. Se puede mezclar la solución para formar una distribución uniforme. A continuación se puede añadir una sustancia curadora apropiada.

15
20 **[084]** En el paso 430 la solución del paso 420 es integrada o suministrada a una aplicación objetivo (es decir, un sustrato, un elemento discreto o un diodo emisor de luz o LED orgánico) y después se calienta o cura para formar un material sólido VSD. Antes del calentamiento se puede dar forma o revestir el material VSD para la aplicación particular de material VSD (VSDM). Existen varias aplicaciones para material VSD con material orgánico que reviste conductores/semiconductores metálicos o inorgánicos.

25
30 **[085]** En las Figuras 5A y 5B se ilustra cómo la aplicación de material orgánico para revestir o aglutinar la superficie del conductor o semiconductores de metal/inorgánicos puede reducir la carga de dichas partículas de acuerdo con una realización de la invención. La Figura 5A es una ilustración simplificada de cómo las partículas conductoras y/o semiconductoras en un aglutinante del material VSD pueden tener sus superficies revestidas con nanotubos de carbono. Como se muestra, el elemento conductor (500) incluye una partícula de metal (510) y un óxido de metal u otra partícula semiconductor inorgánica opcional (520). La partícula de metal (510) puede tener una dimensión representada por un diámetro d_1 , mientras que la partícula de óxido de metal (520) puede tener una dimensión representada por d_2 . En una realización mostrada en la Figura 5A, se unen o combinan los rellenos orgánicos conductores (530) (por ejemplo, los nanotubos de carbono) con una periferia de las partículas respectivas (510 y 520). Como los rellenos orgánicos unidos (530) son conductores o semiconductores, el efecto es incrementar el tamaño de las partículas (510 y 520) sin incrementar el volumen de las partículas en el aglutinante de material VSD. La presencia del relleno orgánico permite la conducción, el salto de electrones o el efecto de túnel de electrones de molécula a molécula cuando se produce un voltaje superior al voltaje característico. El elemento conductor (500) puede, de hecho, ser semiconductor, ya que el elemento conductor (500) puede tener la propiedad de ser conductor colectivamente cuando se excede un voltaje característico.

35
40 **[086]** En la Figura 5B se muestra un material convencional VSD sin adición de material orgánico. Las partículas de metal están relativamente próximas entre sí con el fin de pasar la carga cuando se aplica un voltaje superior al voltaje característico. Como consecuencia de que los conductores están más próximos entre sí, se requiere una mayor carga de metal para permitir que el dispositivo conmute a un estado conductor. En comparación con una realización como la que se ilustra en la Figura 5A, de acuerdo con un enfoque convencional como el mostrado en la Figura 5B, las partículas (510 y 520) están separadas por espacios de partículas de vidrio (por ejemplo, Cab-O-Sil), una realización como la que se muestra en la Figura 5A reemplaza el volumen de metal por rellenos conductores (530) que permiten la conducción, poseen propiedades físicas deseables y dimensiones apropiadas para reemplazar el metal.

45
50 **[087]** En la Figura 5C se ilustra una distribución relativamente desorganizada de rellenos orgánicos (por ejemplo, nanotubos de carbono) que refleja cómo los rellenos orgánicos, cuando se dispersan uniformemente a escala nanoscópica, producen resultados que son similares inherentemente a los deseados en la ilustración simplificada de la Figura 5A. Aunque la figura. 5C no está a escala, una descripción de la Figura 5C puede reflejar las realizaciones mostradas y descritas en la Figura 3 o en otras partes de esta solicitud. Como se muestra, un número de rellenos conductores/semiconductores uniformemente distribuidos (530) permite una cantidad suficiente de contacto y/o proximidad para permitir una trayectoria conductora para la manipulación de corriente, incluidos el efecto de túnel de electrones y los saltos de electrones. Esto permite la mejora de las características eléctricas y físicas, en particular por lo que se refiere a la reducción de la carga de metal en el aglutinante del material VSD. Adicionalmente, cuando las partículas están distribuidas uniformemente a escala nanoscópica en el aglutinante, se requiere una cantidad inferior de material orgánico (530) para producir el efecto deseado de conductividad eléctrica.

[088] APLICACIONES DE MATERIAL VSD

5 **[089]** Existen numerosas aplicaciones para material VSD en virtud de cualquiera de las realizaciones descritas en el presente. En particular, las realizaciones prevén que el material VSD sea proporcionado en dispositivos de sustrato, tales como placas de circuito impresos, paquetes de semiconductores, dispositivos discretos y aplicaciones más específicas como LED y dispositivos de radiofrecuencia (por ejemplo, etiquetas RFID). Asimismo, otras aplicaciones pueden prever el uso de material VSD, tal y como se describe en el presente, con una pantalla de cristal líquido, una pantalla orgánica emisora de luz, una pantalla electrocrómica, una pantalla electroforética o un controlador de plano posterior para estos dispositivos. El objetivo de incluir el material VSD puede ser mejorar la manipulación de condiciones transitorias y de sobretensión, como por ejemplo las que pueden surgir como consecuencia de eventos de descarga electrostática (ESD). Otra aplicación para el VSDM incluye los depósitos de metal, como por ejemplo los descritos en la patente estadounidense nº 6.797.145 concedida a L. Kosowsky (que se incorpora en su totalidad al presente como referencia).

15 **[090]** En las Figuras 6A y 6B se ilustran diferentes configuraciones para un dispositivo de sustrato configurado con material VSD que posee componentes orgánicos ("VSD orgánico"), de conformidad con una realización de la invención. En la Figura 6A, el dispositivo de sustrato (600) puede ser, por ejemplo, una placa de circuito impreso. En dicha configuración se puede proporcionar el VSD orgánico (610) a una superficie (602) para conectar a tierra un elemento conectado. Como una alternativa o variación, en la Figura 6B se ilustra una configuración en la que el VSD orgánico forma una trayectoria de conexión a tierra dentro de un espesor (610) del sustrato.

[091] GALVANOPLASTIA

25 **[092]** Además de la inclusión del material de VSD en los dispositivos para su manipulación, por ejemplo, de eventos ESD, una o varias realizaciones prevén el uso de material VSD para formar dispositivos de sustrato, incluidos elementos traza en sustratos, e interconectar elementos como, por ejemplo, vías. La patente estadounidense nº 6.797.145 (incorporada al presente en su totalidad) incluye numerosas técnicas para la galvanoplastia de sustratos, vías y otros dispositivos que utilizan material VSD. Las realizaciones descritas en el presente permiten el uso de material VSD orgánico, como se ha descrito en cualquiera de las realizaciones de esta solicitud.

30 **[093]** En la Figura 7 se ilustra un proceso de galvanoplastia que se sirve de material VSD orgánico de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas con relación a las Figuras 1-5. Las propiedades físicas y eléctricas mejoradas proporcionadas por realizaciones descritas en el presente facilitan procesos de galvanoplastia como los descritos en la patente estadounidense nº 6.797.145. En la Figura 7 se describe un proceso simplificado de galvanoplastia del tipo que se describe en la patente estadounidense nº 6.797,145, en el que el material VSD utilizado es de conformidad con cualquiera de las realizaciones descritas con relación a las figuras comprendidas entre la 1 y la 5.

35 **[094]** En la Figura 7 se describe una técnica básica de galvanoplastia, de acuerdo con una o varias realizaciones de la invención. En el paso 710, un área objetivo de un dispositivo (por ejemplo, un sustrato) es modelada usando material orgánico VSD. Puede llevarse a cabo el modelado, por ejemplo, aplicando una capa continua de VSD sobre un sustrato y después colocando una máscara sobre la capa de VSD. La máscara puede definir el modelado negativo del modelo deseado eléctrico/de traza. Otras alternativas también son posibles. Por ejemplo, se puede aplicar el material VSD a toda el área y después eliminarlo selectivamente para exponer las áreas destinadas a no tener elementos que transportan corriente. Adicionalmente, el material VSD puede ser premodelado en el área objetivo.

40 **[095]** El paso 720 establece que el sustrato se sumerja en una solución electrolítica.

50 **[096]** El paso 730 establece la aplicación de un voltaje superior al voltaje característico al área objetivo del dispositivo. La aplicación del voltaje puede ser pulsada para que se produzca durante un periodo designado de tiempo inferior al tiempo de descomposición. El tiempo de descomposición puede corresponder a la duración mínima en la que se sabe que el material orgánico VSD va a descomponerse cuando se aplica el voltaje especificado. En la descomposición, el material orgánico VSD puede perder sus características eléctricas, incluidas sus características de conmutación. El modelo de trazas y elementos que transportan corriente puede corresponderse sustancialmente con el del material VSD orgánico. En la solución electrolítica, los elementos cargados son atraídos y se unen a las áreas expuestas de material orgánico VSD, formando trazas y elementos que transportan corriente en el dispositivo.

[097] En particular, una o varias realizaciones para la galvanoplastia en dispositivos incluyen el uso de material VSD que posee una carga metálica reducida a través del uso de material orgánico, como por ejemplo nanotubos de carbono. Esta formulación permite una mayor duración de los impulsos para llevar a cabo los pasos de deposición 720 y 730, en comparación con los materiales convencionales de VSD. Asimismo, el uso de material orgánico VSD aumenta la probabilidad de que el material VSD mantenga su integridad después del proceso de deposición. De esta forma se proporciona a los elementos traza capacidades de conexión a tierra inherentes que pueden ser integradas en el dispositivo.

[098] De forma coherente con una realización de la Figura 7, se puede aplicar el uso de material VSD de acuerdo con realizaciones descritas en el presente a cualquiera de las técnicas de galvanoplastia descritas en la patente estadounidense nº 6.797.145. Se pueden utilizar las técnicas de galvanoplastia con material orgánico VSD, tal y como se han descrito, para: (i) crear vías en un dispositivo de sustrato; (ii) dispositivos de sustrato con múltiples lados que poseen modelos de transporte de corriente en cada lado; y/o (iii) interconectar vías entre los dispositivos de sustrato con múltiples lados con modelos de transporte de corriente en cada lado.

[099] OTRAS APLICACIONES

[0100] La Figura 8 es un diagrama simplificado de un dispositivo electrónico en el que se puede proporcionar material VSD, de acuerdo con las realizaciones descritas en el presente. En la Figura 8 se ilustra un dispositivo (800) que incluye el sustrato (810), el componente (820) y opcionalmente una caja o carcasa (830). Se puede incorporar el material VSD (805) a una o varias de múltiples ubicaciones, incluida una ubicación en una superficie (802), bajo la superficie (802) (por ejemplo, bajo sus elementos traza o bajo el componente (820)) o dentro del espesor del sustrato (810). Alternativamente, se puede incorporar el material VSD a la caja (830). En cada caso, se puede incorporar el material VSD (805) de tal forma que se acople con los elementos conductores, como por ejemplo cables de traza, cuando se encuentra presente un voltaje superior al voltaje característico. Por consiguiente, el material VSD (805) constituye un elemento conductor en presencia de una condición de voltaje específico.

[0101] Por lo que respecta a cualquiera de las aplicaciones descritas en el presente, el dispositivo (800) puede ser un dispositivo de visualización. Por ejemplo, el componente (820) puede ser un LED que se ilumina desde el sustrato (810). La ubicación y configuración del material VSD (805) en el sustrato (810) puede ser selectiva para acomodar los cables eléctricos, los terminales (por ejemplo, de entrada o salida) y otros elementos conductores incorporados al dispositivo emisor de luz, utilizados por el mismo o proporcionados con el mismo. Alternativamente, se puede incorporar el material VSD entre los polos positivo y negativo del dispositivo LED, aparte de un sustrato. Adicionalmente, una o varias realizaciones prevén el uso de LED orgánicos, en cuyo caso se puede proporcionar material VSD, por ejemplo, bajo el diodo orgánico emisor de luz (OLED, por sus siglas en inglés).

[0102] Por lo que respecta a los LED, se puede implementar cualquiera de las realizaciones descritas en la solicitud de patente estadounidense nº 11.562.289 (que se incorpora al presente como referencia) con material VSD que contiene un aglutinante con material orgánico conductor o semiconductor, de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente.

[0103] Alternativamente, el dispositivo (800) puede ser un dispositivo de comunicación inalámbrica, como por ejemplo un dispositivo de identificación por radiofrecuencia. Por lo que respecta a los dispositivos de comunicación inalámbrica, por ejemplo los dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID) y los componentes de comunicación inalámbrica, el material VSD puede proteger a un componente (820) contra, por ejemplo, sobrecargas o eventos de descarga electrostática (ESD). En tales casos, el componente (820) puede ser un chip o un componente de comunicación inalámbrica del dispositivo. Alternativamente, el uso de material VSD (805) puede proteger otros componentes contra la carga que puede ser causada por el componente (820). Por ejemplo, el componente (820) puede ser una batería, y se puede proporcionar el material VSD (805) como un elemento traza en una superficie del sustrato (810) para proteger contra las condiciones de voltaje que se derivan de un evento de batería.

[0104] Se pueden implementar cualquiera de las realizaciones descritas en la solicitud de patente estadounidense nº 11/562.222 (que se incorpora a la presente solicitud a modo de referencia) con material VSD que contiene un aglutinante con material orgánico conductor/semiconductor, de conformidad con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente.

[0105] Como alternativa o variante, el componente (820) puede ser, por ejemplo, un dispositivo de semiconductor discreto. El material VSD (805) puede estar integrado con el componente o ubicado para acoplarse eléctricamente al componente en presencia de un voltaje que activa el material.

[0106] Adicionalmente, el dispositivo (800) puede ser un dispositivo de paquetes, o alternativamente un paquete de semiconductores que reciben un componente de sustrato. Se puede combinar el material VSD (805) con la caja (830) antes de incluir el sustrato (810) o componente (820) en el dispositivo.

5

[0107] CONCLUSIÓN

[0108] Las realizaciones descritas y que hacen referencia a los dibujos mencionados se consideran ilustrativas, y las reivindicaciones del solicitante no deberían considerarse limitadas a los detalles de dichas realizaciones ilustrativas. Podrán incluirse diferentes modificaciones y variaciones en las realizaciones descritas, incluida la combinación de características descritas por separado con respecto a diferentes realizaciones ilustrativas. Por consiguiente, las siguientes reivindicaciones tienen como objetivo definir el ámbito de la invención. Asimismo, se prevé que sea posible la combinación de una característica específica, descrita individualmente o como parte de una realización, con otras características descritas individualmente o como parte de otras realizaciones, aun cuando las otras características y realizaciones no hagan mención alguna de dicha característica específica.

10

15

REIVINDICACIONES

1. Una composición que comprende:
un aglutinante;
- 5 material orgánico que es conductor o semiconductor, en el que dicho material orgánico es soluble en un disolvente o está dispersado dentro del aglutinante a escala nanoscópica; y
- partículas conductoras y/o semiconductoras distintas de dicho material orgánico y distribuidas uniformemente dentro del aglutinante;
- 10 en el que se combinan dicho material orgánico y dichas partículas conductoras y/o semiconductoras para proporcionar a dicha composición la característica de ser: (i) dieléctrica en ausencia de un voltaje superior a un nivel de voltaje característico; y (ii) conductora si la aplicación de dicho voltaje es superior al mencionado nivel de voltaje característico;
- en el que el material orgánico incluye nanotubos de carbono con paredes únicas y/o múltiples.
2. La composición de la reivindicación 1, en la que el material orgánico comprende un monómero, un oligómero o un polímero conductor o semiconductor.
- 15 3. La composición de la reivindicación 1, en la que el material orgánico incluye moléculas o polímeros donantes de electrones y/o receptores de electrones.
4. La composición de la reivindicación 1, en la que el material orgánico incluye un compuesto seleccionado de entre una clase de tiofenos, anilina, fenilenos, vinilenos, naftaleno, pirrol, acetileno, carbazol, pirrolidona, materiales de ciano, antraceno, pentaceno, rubreno o perileno.
- 20 5. La composición de la reivindicación 1, en la que el material orgánico incluye un compuesto seleccionado de entre poli(3,4-etilenodioxitiofeno)/poli(estirenosulfonato), (8-hidroxiquinolinolato) aluminio (III), N,N'-bis-(3-metilfenilo-N,N'-difenilobencidina [TPD], N,N'-Di-[(naftalenilo)-N,N'difenilo]-1,1'-bifenilo-4,4'-diamina [NPD].
6. La composición de la reivindicación 1, en la que dicho material orgánico incluye un compuesto de carbono puro correspondiente a un compuesto de grafito de carbono, fibra de carbono o un polvo de diamante.
7. La composición de la reivindicación 1, en la que las partículas conductoras y/o semiconductoras incluyen un metal o un complejo metálico.
- 30 8. La composición de la reivindicación 7, en la que el complejo metálico se selecciona de entre un grupo integrado por óxidos, nitruros metálicos, carburos metálicos, boruros metálicos, sulfuros metálicos o una combinación de los mismos.
- 35 9. La composición de la reivindicación 1, en la que las partículas conductoras y/o semiconductoras incluyen un compuesto de titanio.
10. La composición de la reivindicación 9, en la que las partículas conductoras y/o semiconductoras incluyen dióxido de titanio.
- 40 11. La composición de la reivindicación 9, en la que el compuesto de titanio incluye diboruro de titanio o nitruro de titanio.
- 45 12. La composición de la reivindicación 1, que además comprende partículas inorgánicas semiconductoras distribuidas en el aglutinante.
- 50 13. La composición de la reivindicación 12, en la que las partículas inorgánicas semiconductoras incluyen partículas seleccionadas de entre un grupo integrado por el silicio, el carburo de silicio, el nitruro de boro, el nitruro de aluminio, el óxido de níquel, el óxido de zinc, el sulfuro de zinc, el óxido de bismuto, el óxido de cerio y el óxido de hierro.

14. La composición de la reivindicación 1, en la que al menos parte de las partículas conductoras y/o semiconductoras están unidas en la superficie por dicho material orgánico.
- 5 15. La composición de la reivindicación 14, en la que el material orgánico que recubre la superficie de las partículas conductoras y/o semiconductoras incluye nanotubos de carbono.
16. La composición de la reivindicación 15, en la que las partículas conductoras y/o semiconductoras incluyen un compuesto de dióxido de titanio, nitruro de titanio o diboruro de titanio.
- 10 17. La composición de la reivindicación 14, en la que dicho material orgánico que recubre la superficie de las partículas conductoras y/o semiconductoras incluye partículas orgánicas conductoras que se injertan a una superficie de partículas conductoras individuales en el aglutinante.
- 15 18. La composición de la reivindicación 1, en la que el material aglutinante está formado a partir de un material seleccionado de entre un grupo integrado por polímeros de silicona, epoxi, poliimida, polietileno, resina fenólica, polipropileno, óxido de polifenileno, polisulfona, materiales de sol-gel y cerámicos.
19. La composición de la reivindicación 1, en la que dicho material orgánico incluye un fragmento químico que se une covalentemente al aglutinante.
- 20 20. Un dispositivo electrónico que comprende una composición como la que se describe en cualquiera de las reivindicaciones comprendidas entre la 1 y la 19.
- 25 21. El dispositivo electrónico de la reivindicación 20, en el que el dispositivo es un dispositivo seleccionado de entre un grupo integrado por un dispositivo discreto, un paquete de semiconductores, un dispositivo de visualización o plano posterior, un diodo emisor de luz y un dispositivo de identificación por radiofrecuencia.

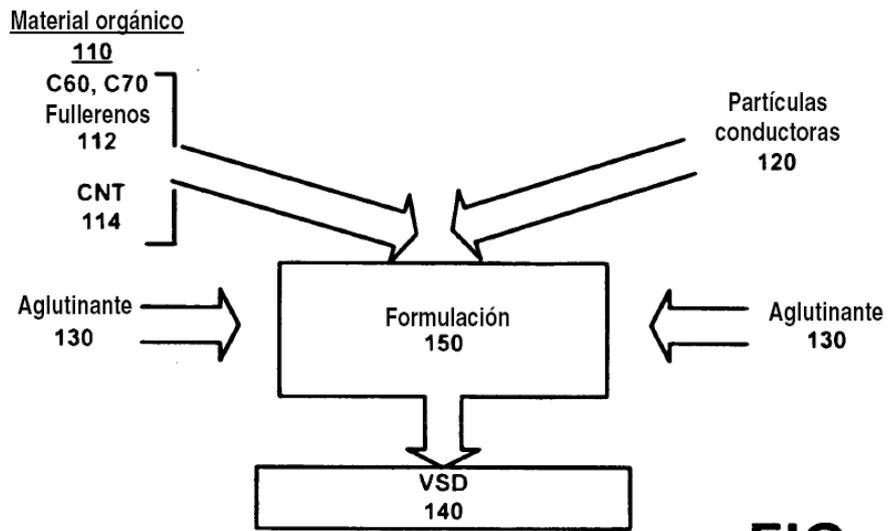


FIG. 1

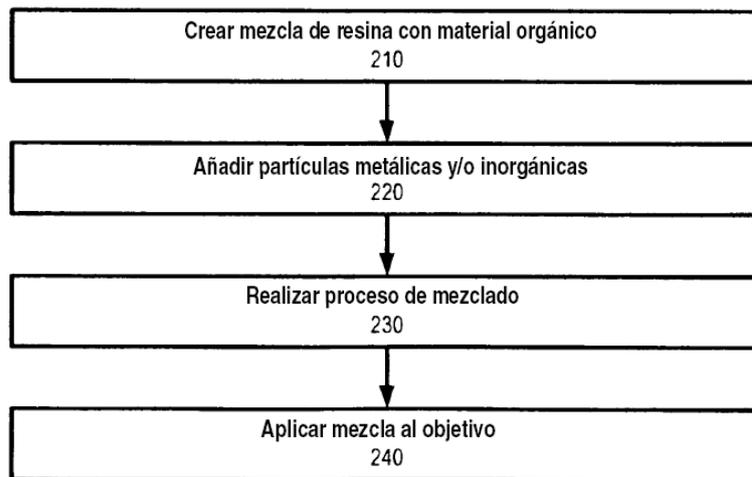


FIG. 2

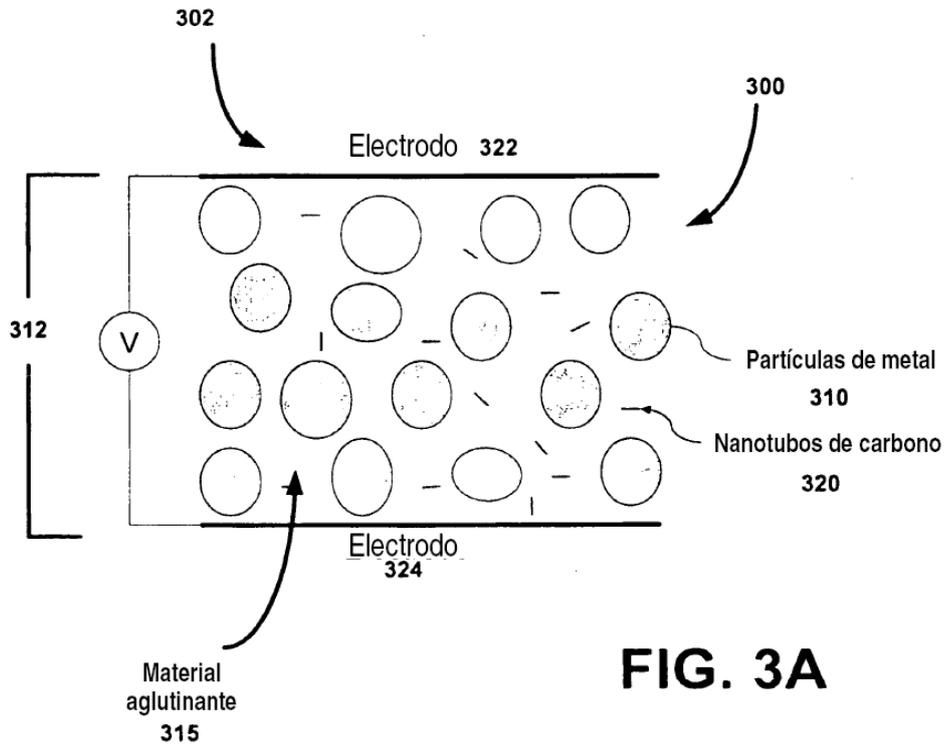


FIG. 3A

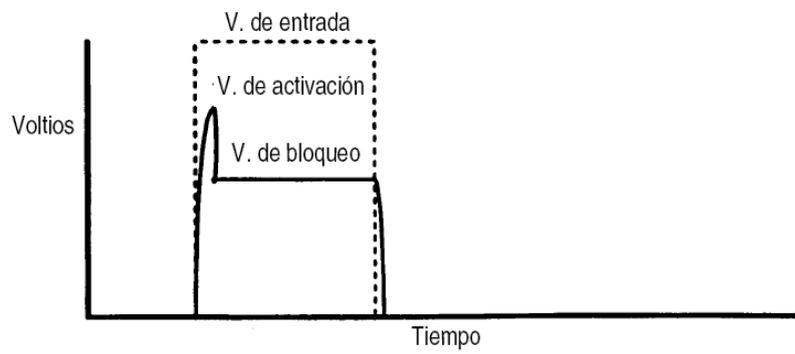


FIG. 3B

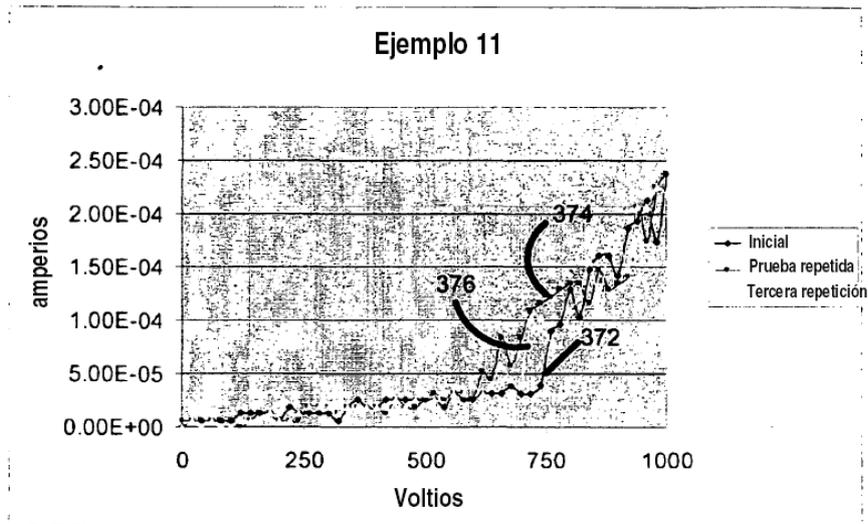


FIG. 3C

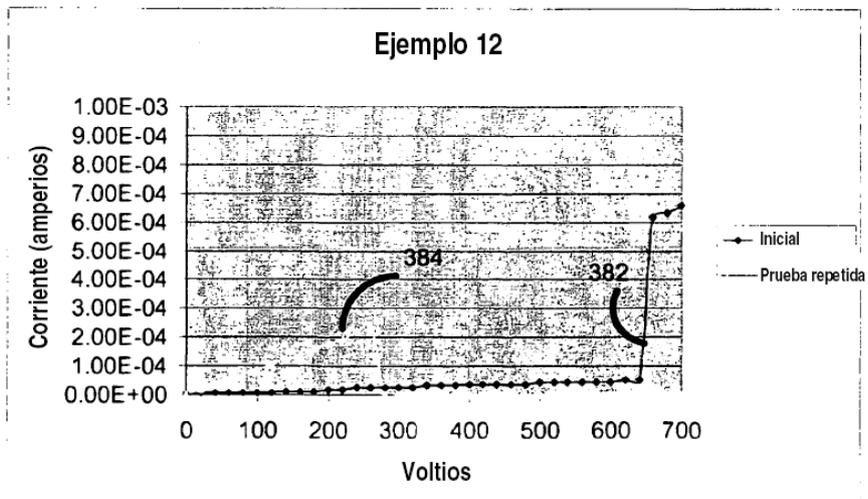


FIG. 3D

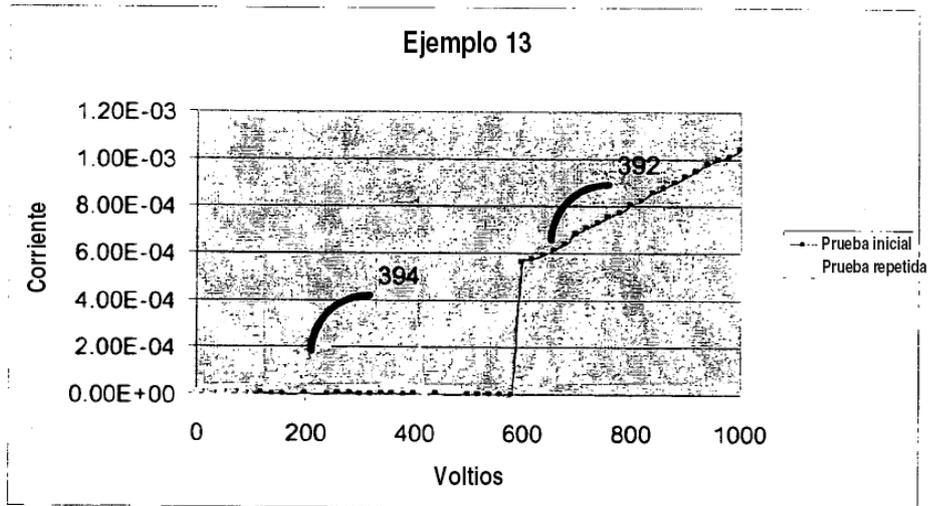


FIG. 3E

FIG. 5B

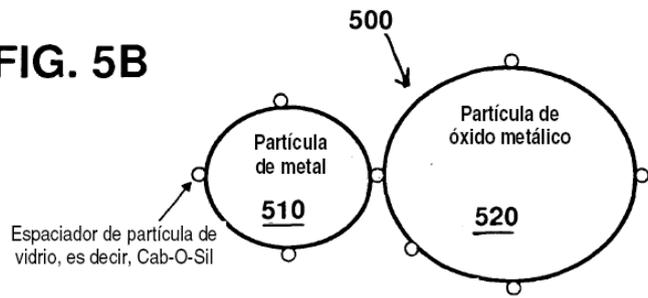


FIG. 5A

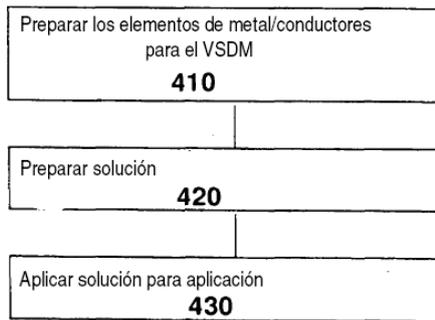
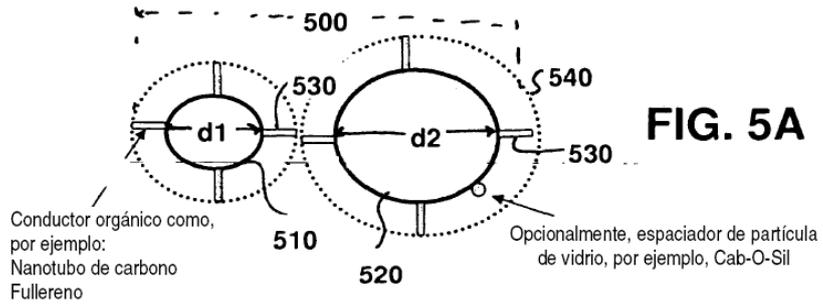


FIG. 4

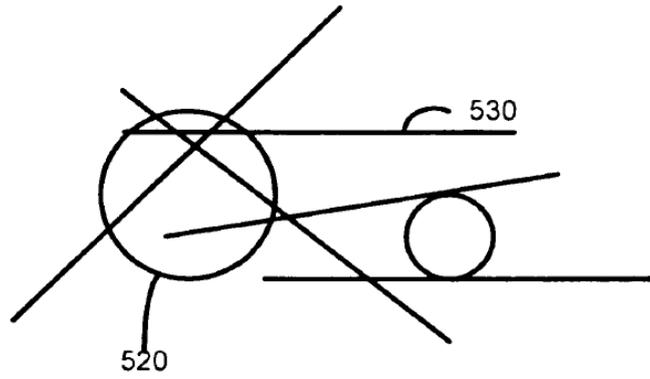


FIG. 5C

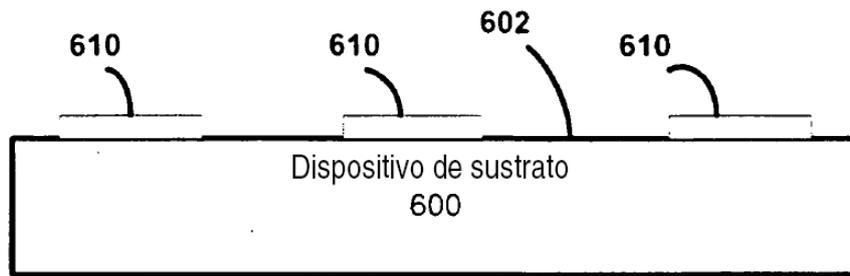


FIG. 6A

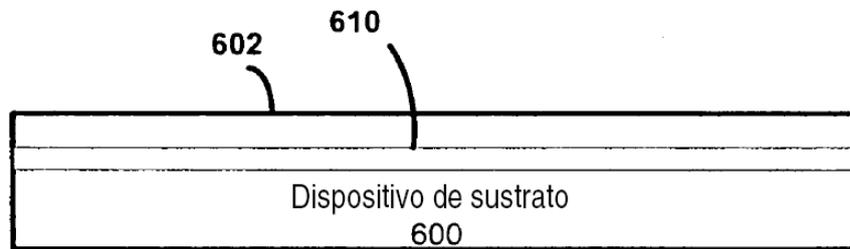


FIG. 6B

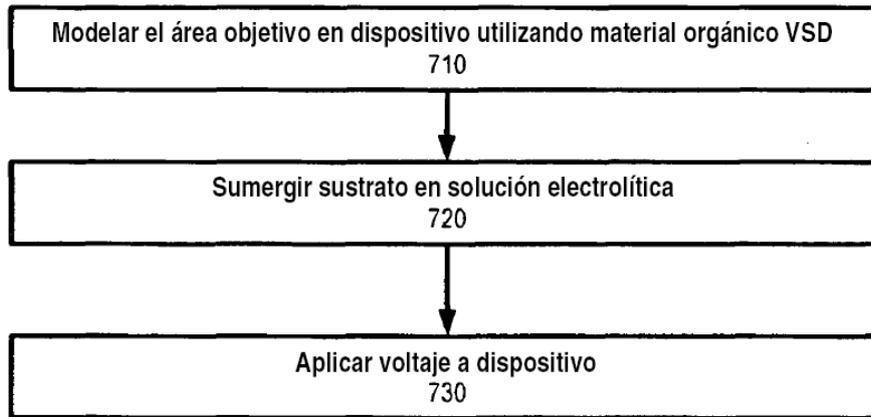


FIG. 7

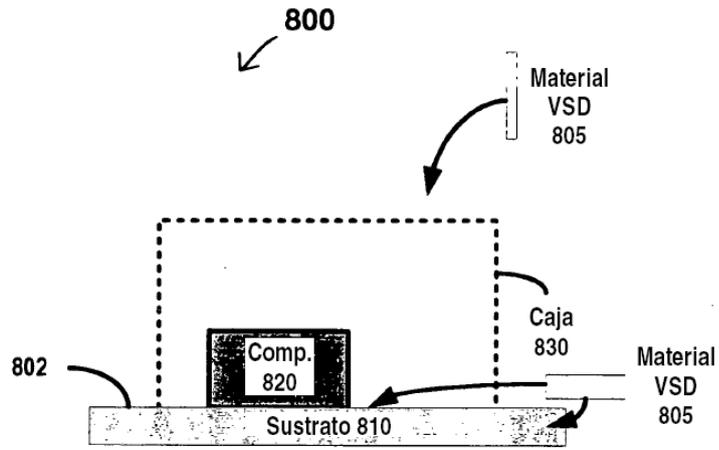


FIG. 8