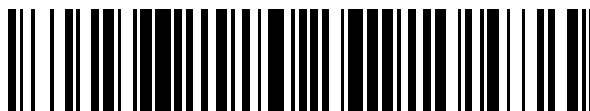


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 485 308**

51 Int. Cl.:

H01B 1/20 (2006.01)

C09D 11/00 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2011** **E 11194790 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 2608217**

54 Título: **Dispersión que contiene nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, un dispersante polimérico y un aditivo de sinterización**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.08.2014

73 Titular/es:

AGFA-GEVAERT (100.0%)
IP Department 3622 Septestraat 27
2640 Mortsel, BE

72 Inventor/es:

ANDRÉ, XAVIER y
BOLLEN, DIRK

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

ES 2 485 308 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

Dispersión que contiene nanopartículas metálicas de óxido de metal o de precursor de metal un dispersantepolimérico y un aditivo de sinterización

CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia a composiciones que comprenden una dispersión conductora y un ácido carboxílico específico como aditivo de sinterización que permite una reducción del tiempo de curado y/o una disminución de la temperatura de curado cuando se aplica sobre un sustrato.

La presente invención también hace referencia a un proceso para preparar tales composiciones, a capas o patrones aplicados preparados a partir de tales composiciones y a procesos de curado de estas capas o patrones aplicados.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El interés por las nanopartículas metálicas ha aumentado en las últimas décadas gracias a sus excepcionales propiedades comparadas con las propiedades genéricas de un metal determinado. Por ejemplo, el punto de fusión de las nanopartículas metálicas decrece a medida que se reduce el tamaño de partícula, lo que hace que sean de interés para aplicaciones electroquímicas, ópticas, magnéticas, biológicas y de electrónica impresa.

La producción de nanodispersiones metálicas estables y concentradas que puedan aplicarse o imprimirse, por ejemplo, por impresión por inyección de tinta, con un alto rendimiento total es muy interesante ya que permite la fabricación a bajo coste de dispositivos electrónicos.

La preparación de nanodispersiones metálicas suele llevarse a cabo en agua o disolventes orgánicos por la metodología de síntesis de poliol (como se da a conocer en la publicación Mat. Chem. Phys. 114, 549-555), por un derivado de la metodología de síntesis de poliol o por reducción in-situ de sales metálicas en presencia de varios agentes de reducción. Tales métodos se dan a conocer, por ejemplos, en los documentos US 2010143591, US 2009142482, US 20060264518 y US 20080220155, EP-A 2147733, EP-A 2139007, EP-A 803551, EP-A 2012952, EP-A 2030706, EP-A 1683592, EP-A 166617, EP-A 2119747, EP-A 2087490 y EP-A 2010314, WO 2008/151066, WO 2006/076603, WO 2009/152388 y WO 2009/157393.

Un inconveniente importante, entre otros, es la dilución de nanodispersiones metálicas, normalmente de menos de un 1% en peso de partículas metálicas. Es más, no pueden emplearse directamente nanodispersiones metálicas tan diluidas para preparar un recubrimiento conductor o un líquido de impresión que requiera al menos un 5% en peso de nanopartículas metálicas basado en su composición. Por lo tanto, se necesita una etapa adicional de concentración de las nanodispersiones metálicas diluidas antes de que puedan usarse en la preparación de tales líquidos de recubrimiento o de impresión.

El documento WO 2006/072959 da a conocer la producción de dispersiones de nanopartículas de plata de hasta un 35% en peso de agua, pero el método todavía requiere unas etapas adicionales de purificación y de aislamiento, lo que limita drásticamente su industrialización y el alcance de sus aplicaciones.

Una nanodispersión metálica normalmente comprende nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, un dispersante polimérico y opcionalmente un medio de dispersión. El dispersante polimérico es una sustancia que fomenta la formación y estabilización de una dispersión de partículas en un medio de dispersión. Las partículas dispersadas pueden tender a reaglomerarse tras la dispersión como consecuencia de las fuerzas de atracción mutua. La utilización de dispersantes contrarresta esta tendencia a la reaglomeración de las partículas. El dispersante debe cumplir requisitos particularmente exigentes cuando se usa para líquidos de recubrimiento y tintas de impresión. Las dispersiones inestables pueden dar lugar a una separación de fases irreversible, lo que provocaría, entre otras cosas, la obturación de los cabezales de recubrimiento o de impresión, que normalmente tienen un diámetro de unos pocos micrómetros. Además, en los períodos de espera del sistema, debe evitarse la aglomeración de las partículas metálicas y la obstrucción de los cabezales de recubrimiento/impresión asociada con ella.

En el caso de las dispersiones de nanopartículas metálicas, su tendencia a reaglomerarse, a flocular o a precipitar (dando lugar a una separación de fases) se ve incrementada por su elevada densidad aparente (ρ) en comparación con la de otras partículas orgánicas o inorgánicas tales como pigmentos orgánicos ($\rho = 1,2\text{-}2,0 \text{ g/cm}^3$), pigmentos inorgánicos ($\rho = 4,2 \text{ g/cm}^3$ para el dióxido de titanio) o un relleno inorgánico ($\rho = 4,4 \text{ g/cm}^3$ para el sulfato de bario). Por ejemplo, las densidades aparentes a temperatura ambiente de la plata, del cobre y del oro son, respectivamente, 10,49, 8,94 y 19,30 g/cm^3 .

Los dispersantes poliméricos contienen típicamente en una parte de la molécula grupos denominados de anclaje que se adsorben a las partículas metálicas que van a dispersarse. En una parte espacialmente separada de la molécula, los dispersantes poliméricos tienen cadenas poliméricas que son compatibles con el medio de dispersión (o el

vehículo líquido) y todos los ingredientes que están presentes en los líquidos de recubrimiento o impresión finales. Entre los dispersantes poliméricos típicos se incluyen homopolímeros o copolímeros aleatorios o de bloque de varias topologías y arquitecturas (lineales, de injerto, hiperramificados).

- 5 Las dispersiones de nanopartículas metálicas suelen comprender dispersantes poliméricos seleccionados entre homopolímeros y copolímeros basados en ácido acrílico, ácido metacrílico, vinil pirrolidinona, butiral de vinilo, acetato de vinilo o alcohol vinílico.

- 10 En el documento EP-A 2147733 se da a conocer un método para producir una tinta de plata a partir de una dispersión que contiene un dispersante polimérico que contiene un segmento hidrófilo y una cadena de imina de polialquileño.

- 15 En el documento US 2009/0242854 se describen compuestos para mejorar la estabilidad de tintas metálicas conductoras que comprenden nanopartículas metálicas, un dispersante polimérico y un disolvente, en el que el punto de ebullición respectivo puede ser inferior a 150°C. Los polímeros pueden tener un grupo de cabeza y un grupo cola sobre una nanopartícula, pudiendo el grupo de cabeza incluir compuestos tales como aminas, grupos alquilamonio catiónicos, ácidos carboxílicos, ácidos sulfónicos y grupos ácido fosfórico. En la dispersión también puede haber presentes otros aditivos tales como sulfóxido de dimetilo y oxi-bis-etanol. A algunas de las tintas se les añadieron compuestos tales como BYK-349, BYK-DYNWET800, etosulfato de etilimidazolinio de isoestearilo y alcoholes a fin de fomentar buenas propiedades de humectación y propiedades de adhesión.

- 25 En el documento EP-A 10196244.7 (presentado el 21-12-2010) se describe una tinta conductora que comprende nanopartículas metálicas y un dispersante polimérico que comprende un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, en la que la cadena principal polimérica tiene una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, lo que permite su uso en procesos de impresión a temperaturas de curado más bajas.

- 30 Las nanodispersiones metálicas se utilizan para aplicar o imprimir patrones metálicos sobre un sustrato. Tras la aplicación de los patrones sobre el sustrato, generalmente se lleva a cabo una etapa de sinterización (también denominada etapa de curado) a elevadas temperaturas para inducir/mejorar la conductividad. Se ha descubierto que los componentes orgánicos de las nanodispersiones, por ejemplo, los dispersantes poliméricos, pueden reducir la eficacia de la sinterización y, por tanto, la conductividad superficial. Es por esto que a menudo se requieren temperaturas de sinterización más elevadas y tiempos de sinterización más largos para descomponer los componentes orgánicos.

- 35 Dispersantes poliméricos típicos, tales como los descritos anteriormente, se caracterizan por una temperatura de descomposición total de al menos 350°C. Por lo tanto, los patrones aplicados o impresos con los líquidos o tintas que comprenden tales dispersantes poliméricos precisan una etapa de sinterización a temperaturas elevadas para garantizar que se descomponga la mayor parte de los componentes orgánicos en las capas aplicadas o impresas.

- 40 Temperaturas de sinterización tan elevadas no son compatibles con las láminas poliméricas habituales, tales como las de tereftalato de polietileno (PET) o de policarbonato, que presentan temperaturas de transición vítrea relativamente bajas. Esto obliga a utilizar polímeros más caros tales como la poliimida.

- 45 A fin de extender la aplicación de composiciones conductoras a sustratos termosensibles, es deseable obtener composiciones conductoras que requieran temperaturas más bajas y tiempos más cortos para la etapa de curado, con valores de conductividad buenos o mejorados. Adicionalmente, también es deseable desarrollar un proceso de curado para aprovechar las propiedades mejoradas de dichas composiciones, es decir, un proceso de recubrimiento o de impresión de alto rendimiento total.

50 RESUMEN DE LA INVENCION

- 55 Un objeto de la presente invención es proporcionar composiciones que permitan una reducción del tiempo de curado y/o una disminución de la temperatura de curado a la vez que se mantiene o incluso se mejora su conductividad cuando se aplican sobre un sustrato.

Este objeto se logra proporcionando una dispersión y un ácido carboxílico como aditivo de sinterización, tal y como se define en la reivindicación 1.

- 60 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para preparar dichas composiciones conductoras.

Este objeto se logra proporcionando un método para preparar dichas composiciones proporcionando una dispersión polimérica y añadiendo un ácido carboxílico a dicha dispersión, tal y como se define en la reivindicación 11.

- 65 La presente invención también proporciona capas o patrones conductores aplicados sobre un sustrato.

Este objeto se logra proporcionando capas o patrones aplicados que comprenden las composiciones de la presente invención, tal y como se define en la reivindicación 10.

5 Otro objeto más de la presente invención es proporcionar un proceso para curar las composiciones de la presente invención cuando se aplican sobre un sustrato.

Este objeto se logra proporcionando un proceso de curado tal y como se define en la reivindicación 13.

10 Otras ventajas y realizaciones de la presente invención se harán evidentes en la siguiente descripción y las reivindicaciones dependientes.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención hace referencia a composiciones que comprenden:

15 - una dispersión que comprende a) nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, b) un dispersante polimérico (PD) que comprende (i) una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y (ii) un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho PD una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, c) un medio de dispersión opcional, y
20 - un aditivo de sinterización (SA), caracterizado porque el SA es un ácido dicarboxílico según la fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido.

Nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal

25 La composición de la presente invención contiene una dispersión que contiene nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal.

30 Las nanopartículas metálicas comprenden uno o más metales en forma elemental o en forma de una aleación. Preferiblemente, el metal se selecciona del grupo que consta de plata, oro, cobre, níquel, cobalto, molibdeno, paladio, platino, indio, estaño, cinc, titanio, cromo, tantalio, tungsteno, hierro, rodio, iridio, rutenio, osmio, aluminio y plomo. Se prefieren particularmente las nanopartículas metálicas con base de plata, cobre, molibdeno, aluminio, oro o una combinación de los mismos.

35 Otras nanopartículas preferidas están basadas en Cobre Indio Galio o Cobre Indio Galio Selenio (CIGS). También pueden usarse otras nanopartículas preferidas con base de selenuros o sulfuros, tales como, por ejemplo, CdS, CdSe, ZnS, ZnSe, PbS, PbSe, CdTe, CdTeSe o PbSe.

40 Las nanopartículas preferidas de óxido de metal están basadas en óxido de indio, óxido de estaño de indio, óxido de estaño, óxido de titanio, óxido de circonio, óxido de tungsteno, óxido de molibdeno, óxido de cadmio o óxido de cinc. También pueden usarse nanopartículas de óxido de metal dopado tales como ZnO:Al , $\text{SnO}_2\text{:F}$ o $\text{SnO}_2\text{:Sb}$. También pueden usarse óxidos de Cobre Indio Galio y óxidos de cobre como precursores para nanopartículas de Cobre Indio Galio Selenio.

45 El término "precursor" hace referencia a la capacidad para convertirlo en el material deseado por medio de una etapa adicional tal como la reducción de óxidos de metal a metales o la selenización de Cobre Indio Galio a CIGS.

50 El término "nanopartículas" hace referencia a partículas dispersadas que tienen un tamaño de partícula medio inferior a 100 nm al final de la preparación de la dispersión. Las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal tienen un tamaño de partícula medio al final de la preparación de la dispersión inferior a 100 nm, preferiblemente inferior a 50 nm, más preferiblemente inferior a 20 nm.

55 Antes de la etapa de preparación de la dispersión, las partículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal se encuentran disponibles por regla general en forma de polvo o de escamas con un tamaño de partícula medio a menudo superior a 100 nm. Por lo tanto, durante la preparación de la dispersión debe reducirse su tamaño de partícula al orden de las nanopartículas.

Dispersante polimérico

60 El dispersante de la presente invención comprende una parte de cadena principal polimérica matrixófila que confiere estabilización estérica en el medio de dispersión, y grupos de anclaje que presentan afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal que están enlazadas químicamente, preferiblemente covalentemente, a la cadena principal polimérica. Los grupos de anclaje aseguran una estabilización óptima de las nanopartículas.

65 La cadena principal polimérica tiene que garantizar una descomposición térmica del 95% en peso del dispersante

polimérico a una temperatura que es preferiblemente inferior a 300°C. Por lo tanto, la cadena principal polimérica es una cadena principal de poliacetal o cadena principal de poliacetal/poliéter.

Dicho dispersante polimérico se caracteriza por una descomposición completa a una temperatura inferior a 310°C y por una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, preferiblemente inferior a 290°C, más preferiblemente inferior a 280°C, como medida por análisis termogravimétrico (TGA).

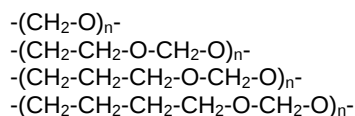
Una descomposición del 95% en peso significa que se descompone un 95% en peso del dispersante polimérico y se evapora a partir de las capas aplicadas o impresas.

La descomposición térmica puede ocurrir en 1, 2 ó 3 etapas. La descomposición principal, es decir, a lo largo de la cual se descompone al menos 75% en peso del dispersante polimérico, ocurre preferiblemente entre 100°C y 300°C, más preferiblemente entre 125°C y 250°C, lo más preferiblemente entre 150°C y 240°C. Típicamente se usa una curva derivada de pérdida de peso para derivar la temperatura a la cual ocurre la descomposición principal. El pico más alto en tal curva derivada de pérdida de peso, es decir, la descomposición principal, se observa preferiblemente entre 100°C y 300°C, más preferiblemente entre 125°C y 250°C, lo más preferiblemente entre 150°C y 240°C.

Debido a que los poliéteres aromáticos tienen una estabilidad térmica más elevada en comparación con los poliéteres alifáticos, se prefiere que el fragmento de poliéter de la cadena principal polimérica del dispersante no contenga o contenga sólo una pequeña cantidad de grupos aromáticos.

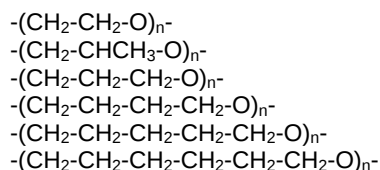
Se prefiere en particular que el fragmento de poliéter de la cadena principal polimérica del dispersante es una cadena principal de poliéter alifático.

Ejemplos de cadenas principales de poliacetal preferidas tienen las siguientes estructuras o pueden ser una combinación de las mismas, preparadas por la polimerización o copolimerización de monómeros de acetal tales como el trioxano, el dioxolano y el dioxepano.



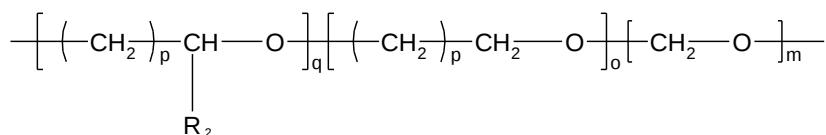
en los que n es un número entero del 14 a 500.

Ejemplos de fragmentos de poliéter preferidos para incluirse en la cadena principal de poliacetal tienen las siguientes estructuras:



en los que n es un número entero del 14 a 500.

Una cadena principal de poliacetal o de poliacetal/poliéter particularmente preferida se representa por la Fórmula I



Fórmula I

en la que m es un número entero del 1 a 500,

o es un número entero del 0 a 340,

q es un número entero del 0 a 250,

p es un número entero del 1 a 7,

m+o+q es un número entero del 14 a 500,

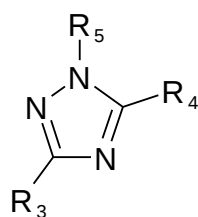
R₂ representa un átomo de hidrógeno, un grupo metilo o un grupo alquilo opcionalmente sustituido.

Los grupos de anclaje para las nanopartículas metálicas, de óxido de metal y de precursor de metal pueden

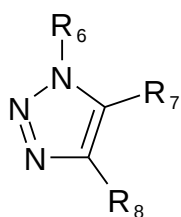
comprender aminas alifáticas o aminas aromáticas de bajo peso molecular ($M_w < 300$), tioéteres, tioles, disulfuros, grupos arilo o aralquilo opcionalmente sustituidos, 2-pirrolidona, amida, éster, acrílicos, compuestos heteroaromáticos que contienen S, compuestos heteroaromáticos que contienen N, tiiranos opcionalmente sustituidos, tioacetales, oxatioacetales, sultamas, tiofenos, benzotiofenos, aminas cíclicas y alicíclicas, lactamas, imidazolidonas, oxazolidinonas, hidantoínas, urazoles, 2H-azirinas, 3-pirrolinas, 2-pirrolinas, 1-pirrolinas, maleimidas, 2-isoxazolininas, 2-oxazolininas, 2-imidazolininas, pirazolininas, pirroles, imidazoles, benzimidazoles, pirazoles, indazoles, 1,2,3-triazoles, 1,2,3-benzotriazoles, 1,2,4-triazoles, tetrazoles, tetrazoles 1-sustituidos, tetrazoles 5-sustituidos, tetrazoles 1,5-disustituidos, imidazol-2-onas opcionalmente sustituidas, benzimidazol-2-onas, 1,3-oxazoles, benzoxazoles, isoxazoles, 1,3-tiazoles, benzotiazoles, 1,3,4-oxadiazoles, 1,2,4-oxadiazoles, 1,3,4-tiadiazoles, indoles, oxindoles, indolinas, carbazoles, azaindoles, isoindoles, indolizinas, indolizinas, piridinas, dihidropiridinas, 2-piridonas, pirimidinas, 1,3,5-triazinas, quinolinas, tetrahydroquinolinas, 1,2-dihydroquinolinas, isoquinolinas, 3,4-dihidroisoquinolinas, 1,8-naftiridinas, quinazolininas, 4-quinolonas, 1,3-imidazoles, tioamidas, derivados de morfolina, piperazina, triazaindolizinas o derivados de ácido nucleico tales como adenina, guanina, citosina, timina, uracilo o una combinación de los mismos.

Preferiblemente, los grupos de anclaje comprenden un grupo heteroarilo que contiene S y/o N.

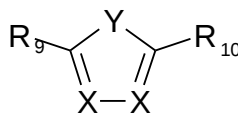
Más preferiblemente, los grupos de anclaje se seleccionan del grupo de heteroarilos según las Fórmulas II, III, IV o V.



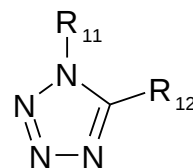
Fórmula II



Fórmula III



Fórmula IV



Fórmula V

en las que

R_3 , R_4 , R_7 , R_8 , R_9 , R_{10} y R_{12} representan independientemente un átomo de halógeno, un grupo tiol opcionalmente sustituido, un grupo hidroxilo, un grupo ácido carboxílico, un grupo aldehído, un grupo éster, un grupo amida, un grupo amina primaria, un grupo amina secundaria, un grupo amina terciaria, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido, un grupo aralquilo opcionalmente sustituido o un grupo alquileo opcionalmente sustituido,

R_7 y R_8 pueden enlazarse opcionalmente para formar una estructura de anillo,

R_5 , R_6 y R_{11} representan independientemente un átomo de halógeno, un grupo tiol opcionalmente sustituido, un grupo ácido carboxílico, un grupo amina primaria, un grupo amina secundaria, un grupo amina terciaria, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido,

X representa independientemente -N-, -CH- o -C(R_{13})- y en el que R_{13} representa un grupo metilo, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido y en las que X puede enlazarse opcionalmente a R_9 o R_{10} para formar una estructura de anillo,

Y representa un átomo de oxígeno, un átomo de azufre o -NR₁₄- en el que R_{14} representa un grupo metilo, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido.

Entre los grupos de anclaje particularmente preferidos se incluyen el 2,5-dimercapto-1,3,4-tiadiazol, el 1-(2-dimetilaminoetil)-5-mercaptotetrazol, el 5-mercapto-1-metiltetrazol, 3-amino-5-mercapto-1,2,4-triazol y el 1-(2-dimetilaminoetil)-5-mercaptotetrazol.

Preferiblemente, los dispersantes poliméricos según la presente invención se preparan mediante cualquier de los siguientes métodos:

- una polimerización por apertura de anillo, una copolimerización por apertura de anillo o cualquier otra polimerización o copolimerización de acetales cíclicos o oxiranos en presencia del grupo de anclaje,
- una post-funcionalización de un precursor de poliactal o de poliactal/poliéter por procedimientos de post-polimerización que incluyen el inactivado o la derivatización con las moléculas del grupo de anclaje o cualquier molécula que porta el grupo funcional del grupo de anclaje, tal y como se describe en Macromol. Symp.

1994, 85, 167-174.

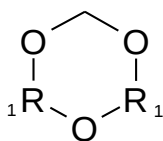
Cuando se realiza la polimerización en presencia del grupo de anclaje, es decir, el primer método descrito anteriormente, los grupos de anclaje pueden enlazarse químicamente a uno o ambos extremos (es decir, las posiciones telequelicas) de la cadena principal polimérica o pueden incorporarse en la cadena principal polimérica. Cuando se realiza una post-funcionalización, es decir, el segundo método descrito anteriormente, preferiblemente los grupos de anclaje se enlazarán químicamente a uno o ambos extremos de la cadena principal polimérica.

Los grupos de anclaje según las Fórmulas II a V pueden estar enlazados químicamente a la cadena principal polimérica a través de, por ejemplo, los átomos N de los heterociclos o de los sustituyentes R_3 a R_{12} .

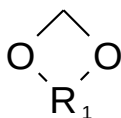
Un dispersante polimérico particularmente preferido comprende un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal según la Fórmula II, III, IV o V, o una combinación de las mismas, y que está enlazado químicamente a una cadena principal polimérica según la Fórmula V.

Preferiblemente, este dispersante polimérico particularmente preferido se prepara haciendo reaccionar:

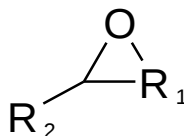
a) un 90 a 99,4% en moles de un monómero representado por la Fórmula VI, VII o VIII, o una combinación de los mismos,



Fórmula VI



Fórmula VII



Fórmula VIII

en las que

R_1 representa una unidad $(CH_2)_p$ en la que p es un número entero del 1 a 7 y R_2 representa un átomo de hidrógeno, un grupo metilo o un grupo alquilo opcionalmente sustituido,

b) un 0,1 a 10% en moles de un grupo de anclaje metálico según la Fórmula II, III, IV o V, o una combinación de los mismos,

c) un 0,1 a 0,5% en moles de un iniciador de polimerización seleccionado del grupo que consta de un ácido protónico, un ácido Lewis y un compuesto de oxonio, o de un iniciador aniónico seleccionado del grupo que consta de un alcoholato y un compuesto organanometálico.

Los valores de los % en moles antes mencionados están basados en la mezcla de alimentación.

Algunos iniciadores de polimerización adecuados son el ácido trifluorometanosulfónico, el ácido metanosulfónico, el ácido perclórico, el anhídrido acético, el eterato de trifluoruro de boro, el eterato metílico de trifluoruro de boro, el eterato dietílico de trifluoruro de boro, el eterato dibutílico de trifluoruro de boro, el eterato terc.-butilmetílico de trifluoruro de boro, el tetrafluoroborato de trietiloxonio, el hexacloroantimonato de trietiloxonio, el hexafluorofosfato de trietiloxonio, sales de antimonio tales como cloruro de antimonio, el cloruro de dietilaluminio, el dicloruro de aluminio de etilo, el aluminio de triálquilo, haluros metálicos tales como el cloruro de aluminio, el cloruro de cinc, el tetracloruro de titanio, el alcóxido de sodio, el alcóxido de potasio, el litio de alquilo o arilo, el sodio de alquilo o arilo, el potasio de alquilo o arilo, el bromuro de magnesio de alquilo, la naftalina de sodio, el alcóxido de aluminio, el alcóxido de magnesio, el alcóxido de berilio o el alcóxido de hierro.

El dispersante polimérico según la presente invención tiene un peso molecular promedio en número M_n de menos de 15000 Da, más preferiblemente de menos de 8000 Da. En una realización aún más preferida, el peso molecular promedio en número M_n se encuentra entre 1500 y 6000 Da.

Una vez terminada la reacción descrita anteriormente, los grupos de anclaje libres, es decir, los grupos de anclaje que no se han enlazado químicamente a la cadena principal polimérica, pueden estar presentes en el producto de reacción resultante. Tal producto de reacción, es decir, un dispersante polimérico según la presente invención y los grupos de anclaje libres, puede usarse tal cual para preparar las nanodispersiones según la presente invención cuando los grupos de anclaje libres no están presentes en una cantidad demasiado elevada.

En una realización preferida, el producto de reacción contiene menos de 10% en moles de grupos de anclaje libres.

Medio de dispersión

El medio de dispersión usado en la dispersión de nanopartículas metálicas de la presente invención no se usa o es preferiblemente un líquido no acuoso. Un líquido no acuoso puede comprender pequeñas cantidades de agua, preferiblemente en una cantidad inferior al 10% en peso, más preferiblemente en una cantidad inferior al 5% en peso. El medio de dispersión puede componerse de un disolvente orgánico o de una combinación de disolventes orgánicos. Entre los disolventes orgánicos adecuados se incluyen alcoholes, hidrocarburos aromáticos, cetonas, ésteres, hidrocarburos alifáticos, ácidos grasos superiores, carbitoles, cellosolves y ésteres de ácidos grasos superiores. Entre los alcoholes adecuados se incluyen el metanol, el etanol, el propanol y el 1-butanol, el 1-pentanol, el 2-butanol y el t-butanol. Entre los hidrocarburos aromáticos adecuados se incluyen el tolueno y el xileno. Entre las cetonas adecuadas se incluyen la metil etil cetona, la metil isobutil cetona, la 2,4-pentanodiona y la hexafluoroacetona. También pueden utilizarse glicoles, glicoléteres, N-metilpirrolidona, N,N-dimetilacetamida y N,N-dimetilformamida. En una realización preferida se prefiere en particular el uso de 1-metoxi-2-propanol, metanol, etanol e isopropanol. En otra realización preferida, la dispersión de nanopartículas metálicas puede estar libre de disolventes y es una pasta viscosa homogénea.

Aditivos de sinterización

Se ha observado que, cuando a la dispersión mencionada anteriormente se le añaden determinados ácidos carboxílicos, pueden reducirse la temperatura de curado y el tiempo de curado de recubrimientos y/o patrones preparados a partir de una composición que comprende dicha dispersión y dichos ácidos carboxílicos.

Los aditivos de sinterización (SA) de la presente invención son ácidos dicarboxílicos que corresponden a la fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido, es decir, un grupo metileno, etileno, n-propileno o i-propileno. El grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ puede ser lineal o ramificado.

En una realización preferida, el SA corresponde a la fórmula $\text{HOOC-(CH}_2)_b\text{-COOH}$, en la que b es 0, 1, 2 ó 3. En una realización preferida, el ácido dicarboxílico es ácido oxálico ($b = 0$), ácido malónico ($b = 1$), ácido succínico ($b = 2$) o ácido glutárico ($b = 3$). En una realización lo más preferida, el ácido dicarboxílico es ácido oxálico ($b = 0$).

A efectos comparativos se probaron otros ácidos carboxílicos, tales como los ácidos monocarboxílicos, el ácido fórmico y el ácido ascórbico, y también el ácido adípico, un ácido dicarboxílico.

Preferiblemente, el SA tiene una solubilidad en el medio de dispersión opcional de preferiblemente al menos un 0,1% en peso, más preferiblemente de al menos un 1% en peso, lo más preferiblemente de al menos un 2,5% en peso en el medio de dispersión opcional.

En la Tabla 1 se muestran ejemplos preferidos.

Tabla 1

Producto	SA
Ácido oxálico ($b = 0$)	SA-01
Ácido malónico ($b = 1$)	SA-02
Ácido succínico ($b = 2$)	SA-03
Ácido glutárico ($b = 3$)	SA-04
Ácido fórmico	SA-05
Ácido ascórbico	SA-06
Ácido adípico	SA-07

Preferiblemente, los SA de la presente invención son directamente solubles en el (los) medio(s) de dispersión. Si los agentes térmicamente escindibles (TCA) de la presente invención no son directamente solubles, deberían primeramente solubilizarse en un medio orgánico polar que sea compatible con el (los) medio(s) de dispersión. Ejemplos de disolventes orgánicos polares son los alcoholes. A continuación, se añade al medio de dispersión el medio orgánico polar en el que está solubilizado el TCA (agente térmicamente escindible).

Preparación de la dispersión de nanopartículas

Las dispersiones de nanopartículas se preparan dispersando el (los) metal(es), el (los) óxido(s) de metal o el (los) precursor(es) de metal en presencia del dispersante polimérico y del medio de dispersión opcional. Entre los métodos de dispersión se incluyen el precipitado, el mezclado o la molienda o una combinación de los mismos. Las

condiciones experimentales tales como la temperatura, el tiempo de proceso, la energía aplicada, etc. dependen de la metodología seleccionada. El proceso de dispersión puede realizarse en un modo continuo, discontinuo o semicontinuo.

Los aparatos de mezcla pueden incluir un amasador de presión, un amasador abierto, una mezcladora planetaria, un *dissolver* (aparato de dispersión a alta velocidad), una mezcladora de alto cizallamiento con soporte, y una mezcladora Dalton Universal. Son aparatos de molienda y dispersión adecuados un molino de bolas, un molino de perlas, un molino coloidal, un dispersador de alta velocidad, dobles rodillos, un molino de bolas pequeñas, un acondicionador de pintura y rodillos triples. Pueden emplearse muchos tipos de materiales diferentes como medio de molienda, como por ejemplo vidrios, cerámicas, metales y plásticos. Las dispersiones también pueden prepararse utilizando energía ultrasónica.

El término "nanopartículas" hace referencia a partículas dispersadas que tienen un tamaño de partícula medio inferior a 100 nm al final de la preparación de la dispersión. Antes de la etapa de preparación de la dispersión, las partículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal se encuentran disponibles por regla general en forma de polvo, escamas, partículas o partículas agregadas. Cuando su tamaño medio es superior a 100 nm, la etapa de dispersión incluye obligatoriamente una etapa de reducción de tamaño que incluye las acciones de moler o desaglomerar hasta que el tamaño de partícula se reduzca al orden de las nanopartículas. La conversión del (de los) óxido(s) de metal o del (de los) precursor(es) de metal en metal(es) puede ser concomitante con la etapa de reducción de tamaño.

En una realización preferida, las dispersiones de nanopartículas de la presente invención se preparan por reducción in-situ mientras se mezcla un precursor de metal, un óxido de metal, una sal de metal o una combinación de los mismos, en presencia de un agente reductor y del dispersante polimérico según la presente invención en el vehículo líquido.

En una realización preferida, la dispersión es un líquido de baja viscosidad que contiene al menos un 1% en peso, más preferiblemente al menos un 5% en peso, de nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal.

La proporción en peso de nanopartículas/dispersante polimérico es de al menos 1,0, más preferiblemente entre 3,0 y 9,0.

En otra realización preferida, la dispersión está sustancialmente libre de disolvente, es decir, contiene menos de un 10% en peso, y preferiblemente menos de un 5% en peso, de disolvente. Tal dispersión sustancialmente libre de disolvente se obtiene como una pasta homogénea de alta viscosidad tras la evaporación del medio de dispersión. La dispersión libre de disolvente comprende preferiblemente entre un 50 y un 90% en peso de nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal. Más preferiblemente, la dispersión libre de disolvente comprende al menos un 75% en peso de nanopartículas.

La pasta de alta viscosidad puede redispersarse en agua, en un disolvente orgánico o en una combinación de los mismos, lo que da lugar a una dispersión de baja viscosidad que puede emplearse entonces como líquido de impresión, por ejemplo. La etapa de redispersión puede llevarse a cabo por agitación magnética o mecánica o por mezclado. En la etapa de redispersión pueden utilizarse los aparatos de mezcla mencionados anteriormente. El tamaño de las nanopartículas no varía durante la etapa de redispersión. La obtención de una pasta estable de alta viscosidad que puede redispersarse representa una ventaja para el almacenamiento y transporte. Además, la pasta de alta viscosidad puede redispersarse en una diversidad de disolventes, incluso el agua, lo que se traduce en una mayor flexibilidad a la hora de elegir el disolvente óptimo para una aplicación particular.

Las nanopartículas preferidas comprenden la plata metálica, el cobre o el aluminio y las nanopartículas particularmente preferidas comprenden el óxido de plata metálica. Estas nanopartículas particularmente preferidas pueden prepararse, por ejemplo, reduciendo precursores de plata o sales de plata o una combinación de los mismos mediante un agente de reducción, en presencia del dispersante polimérico (PD). Los precursores de plata o sales de plata particularmente preferidos son el óxido de plata y el acetato de plata.

Preparación de aditivos de sinterización

Los agentes de sinterización (SA) se añaden directamente a la dispersión de nanopartículas metálicas (MNPD) en forma de polvo o de una solución en MOP.

Composiciones

La presente invención hace referencia a composiciones que comprenden (a) una dispersión que comprende nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, un dispersante polimérico que comprende una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado

químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho dispersante polimérico una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, y un medio de dispersión opcional, y (b) un aditivo de sinterización (SA), caracterizado porque el SA es un ácido dicarboxílico según la Fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido.

La concentración del ácido dicarboxílico en las composiciones puede expresarse como la proporción en peso de ácido dicarboxílico a dispersante polimérico (SA/PD). Se observó que la presencia de SA/PD en una proporción en peso superior a 1,5 requiere o tiempos de curado más largos a una temperatura dada o temperaturas más altas a un tiempo de curado dado debido a un exceso de SA, que debe eliminarse. Además, también se observó que, en estas condiciones, la calidad de las capas aplicadas era peor, es decir, son menos homogéneas, lo que se traduce en valores de conductividad inestables y/o inferiores de la capa aplicada o de patrones preparados a partir de la misma. Un valor de SA/PD inferior a 0,6 (proporción en peso) generó principalmente un efecto negativo sobre las condiciones de curado, es decir, se requieren temperaturas más altas y/o un tiempo de curado más largo para alcanzar una degradación completa del aglutinante.

Por lo tanto, en una realización preferida, la concentración del ácido dicarboxílico, expresada como la proporción en peso de ácido dicarboxílico a dispersante polimérico (SA/PD) en las composiciones conductoras, varía entre 0,6 y 1,5, y más preferiblemente entre 0,8 y 1,2.

En otra realización preferida, el ácido dicarboxílico es ácido oxálico o ácido malónico. En una realización lo más preferida, el ácido dicarboxílico es ácido oxálico.

Las composiciones de la presente invención se preparan añadiendo a la nanodispersión metálica descrita anteriormente un ácido dicarboxílico según la Fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido, mediante un proceso que comprende los siguientes pasos:

- (a) proporcionar una dispersión que comprende nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, un dispersante polimérico que comprende una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho dispersante polimérico una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, y un medio de dispersión, y
- (b) añadir un aditivo de sinterización (SA) a la dispersión, caracterizado porque el SA es un ácido dicarboxílico según la Fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido.

Para la realización en la que la dispersión de nanopartículas es una pasta de alta viscosidad, tal y como se ha descrito anteriormente, se prefiere que el aditivo de sinterización SA se añada a la pasta de alta viscosidad redispersada. La adición del aditivo de sinterización a la pasta de alta viscosidad antes de la evaporación del (de los) disolvente(s) o antes de redispersarla puede inducir una descomposición parcial del dispersante polimérico presente en la composición. Los métodos de mezclado usados para redispersar la pasta de alta viscosidad pueden aumentar localmente la temperatura de la dispersión y, por lo tanto, se usan preferiblemente aparatos de refrigeración para mantener la temperatura a un máximo de 40°C. Para esta realización, la composición se prepara preferiblemente mediante un proceso que comprende los siguientes pasos:

- proporcionar una dispersión que comprende (a) nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, (b) un dispersante polimérico que comprende una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho dispersante polimérico una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, y (c) un primer medio de dispersión, y
- eliminar el medio de dispersión al menos parcialmente por evaporación, obteniéndose así una pasta de alta viscosidad,
- redispersar la pasta de alta viscosidad en un segundo medio de dispersión, pudiendo ser idénticos los primer y segundo medios de dispersión,
- añadir un aditivo de sinterización (SA) a la dispersión, caracterizado porque el SA es un ácido dicarboxílico según la Fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido.

Las composiciones según la presente invención pueden utilizarse directamente como solución de recubrimiento o líquido de impresión. No obstante, para optimizar sus propiedades de recubrimiento o de impresión, y dependiendo de la aplicación para la que se emplee, a la dispersión de nanopartículas de baja viscosidad o a la pasta redispersada, tras la redispersión en un disolvente adecuado, pueden añadirse disolventes y/o aditivos adicionales, tales como agentes reductores, sales, agentes humectantes/agentes fluidificantes, modificadores de la reología o agentes de adherencia o agentes de pegajosidad.

Es posible hacer que las capas o patrones delgados impresos o aplicados a partir de las composiciones metálicas de la presente invención sean conductores a temperaturas de sinterización más bajas en comparación con los obtenidos con las composiciones metálicas convencionales. Por lo tanto, pueden aplicarse o imprimirse capas o patrones delgados conductores formados a partir de las composiciones metálicas de la presente invención sobre sustratos flexibles que no pueden soportar un tratamiento térmico a alta temperatura, tal como, por ejemplo, el PET.

Pueden formarse capas o patrones metálicos por medio de un método de inyección de tinta. La viscosidad del líquido de impresión medida a la temperatura de eyección se encuentra preferiblemente entre 5 y 20 mPa·s, más preferiblemente entre 5 y 12 mPa·s.

Las capas o patrones metálicos también pueden formarse mediante cualquier técnica de impresión convencional, tal como la flexografía, la impresión offset, el huecogrado o la serigrafía, o por medio de cualquier técnica de revestimiento convencional, tal como el revestimiento por pulverización, el revestimiento con cuchilla o el revestimiento por boquilla plana.

Tras la aplicación de las capas o patrones sobre el sustrato, se realiza una etapa de sinterización. Durante esta etapa de sinterización, los disolventes se evaporan, los componentes orgánicos se descomponen y las partículas metálicas se unen por sinterización. Una vez que se ha formado una malla percoladora continua entre las partículas metálicas, las capas o patrones se vuelven conductores.

La sinterización convencional se lleva a cabo mediante la aplicación de calor. Evidentemente, la temperatura de sinterización y el tiempo de sinterización dependen del sustrato empleado y de la composición de la composición o capa conductora, pero preferiblemente es inferior a 200°C, más preferiblemente inferior a 180°C, lo más preferiblemente inferior a 170°C. Sin embargo, en vez de o además de la sinterización convencional mediante la aplicación de calor, pueden utilizarse métodos de sinterización alternativos, tales como la exposición a un láser de argón, radiación de microondas, radiación UV o un plasma de argón a baja presión, el curado fotónico o la sinterización por plasma, haz de electrones o corriente eléctrica pulsada.

Según la presente invención, la etapa de sinterización para curar las composiciones de la presente invención puede llevarse a cabo a una temperatura inferior a 200°C, preferiblemente entre 180°C y 130°C, y más preferiblemente a 170°C.

Además, según la presente invención, el tiempo de sinterización puede ser inferior a 30 minutos, preferiblemente entre 2 y 20 minutos y más preferiblemente entre 3 y 10 minutos, dependiendo de la temperatura seleccionada, del sustrato y de la composición de las composiciones conductoras.

Por lo tanto, la presente invención también proporciona un proceso de curado para las composiciones conductoras descritas anteriormente, en el que el tiempo de curado es inferior a 30 minutos, preferiblemente entre 2 y 20 minutos y más preferiblemente entre 3 y 10 minutos, y la temperatura de curado es inferior a 200°C, preferiblemente entre 180°C y 130°C, y lo más preferiblemente de 170°C.

Las composiciones de la presente invención permiten la aplicación de temperaturas de curado más bajas que las de los procesos de la técnica anterior. En consecuencia, es posible utilizar sustratos poliméricos que no pueden soportar un tratamiento térmico a alta temperatura, tales como, por ejemplo, el PET. El tiempo de curado también puede ser sustancialmente reducido, lo que permite obtener una producción más alta por hora que la de los procesos de la técnica anterior. Las tasas de conductividad se mantienen o incluso se ven mejoradas en algunos casos.

Las capas o patrones conductores pueden utilizarse en distintos dispositivos electrónicos o en piezas de tales dispositivos electrónicos, tales como, por ejemplo, paneles fotovoltaicos orgánicos (OPV), paneles fotovoltaicos inorgánicos (c-Si, a-Si, CdTe, CIGS), pantallas OLED, la iluminación OLED, la iluminación inorgánica, la identificación RFID, transistores orgánicos, baterías de película delgada, pantallas táctiles, papel electrónico, pantallas LCD, pantallas de plasma, o el blindaje electromagnético.

EJEMPLOS

Materiales

Salvo que se especifique lo contrario, todos los materiales utilizados en los siguientes ejemplos pueden obtenerse fácilmente a través de fuentes convencionales tales como ALDRICH CHEMICAL Co. (Bélgica) y ACROS (Bélgica). Todos los materiales se usan sin purificación adicional, salvo que se especifique lo contrario.

- Thermoline PET/V109 se utiliza como sustrato. Thermoline se refiere a un sustrato de poliéster dotado de una capa adhesiva que tiene un espesor de 120 µm.
- Óxido de plata (Ag₂O) se prepara precipitando nitrato de plata en una solución acuosa alcalina de hidróxido de sodio (33% en peso) seguido por filtración y secado.

- Ácido ascórbico de UCB PFIZER MERCK.
- DMDT, 2,5-dimercapto-1,3,4-tiadiazol de ROBINSON BROTHERS LTD.
- DCM, diclorometano o cloruro de metileno (CH_2Cl_2) de ACROS.
- MOP, 1-metoxi-2-propanol de ACROS.
- 5 • Ácido trifluorometanosulfónico de ALDRICH.
- n-decano de ALDRICH.
- SA-01 es la abreviatura para ácido oxálico (ácido etanodioico, CAS 144-62-7).
- SA-02 es la abreviatura para ácido malónico (ácido propanodioico, CAS 141-82-2).
- SA-03 es la abreviatura para ácido succínico (ácido butanodioico, CAS 110-15-6)
- 10 • SA-04 es la abreviatura para ácido glutárico (ácido pentanodioico, CAS 110-94-1).
- SA-05 es la abreviatura para ácido fórmico (CAS 64-18-6).
- SA-06 es la abreviatura para ácido ascórbico (CAS 50-81-7).
- SA-07 es la abreviatura para ácido adípico (CAS 124-04-9).
- Los aditivos de sinterización, es decir, ácido oxálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico,
- 15 ácido fórmico y ácido ascórbico, se utilizaron tal y como se han recibido.

Métodos de medición

1. Conductividad

20 La resistencia superficial (SER) de las capas aplicadas conductoras se midió en una cámara acondicionada a una temperatura de 25°C y una humedad relativa del 30 % poniendo en contacto la capa aplicada con electrodos de cobre paralelos de la misma anchura y dispuestos a una distancia igual a su anchura, tratados con material de contacto de goma relleno de plata, cada uno de 35 mm de largo y separados entre sí 35 mm y capaces de formar

25 contactos de líneas, estando los electrodos separados por medio de un material aislante de tipo Teflon®. Esto permitió medir directamente el valor SER cuando se hicieron ranuras en las capas aplicadas de una anchura igual a la de los electrodos. La conductividad, expresada como el porcentaje de la conductividad de la plata maciza (% plata maciza), se calculó según la siguiente fórmula:

$$30 \text{ Conductividad} = 100 \times \sigma / \sigma_{(\text{Ag})} = 100 / [\text{SER} \cdot h \cdot \sigma_{(\text{Ag})}] \times 1\text{E}5$$

en la que

σ representa la conductividad específica de la capa, expresada en S/cm,

SER es la resistencia superficial de la capa, expresada en Ohm-cuadrado,

35 h representa el espesor de la capa seca, expresada en micrómetros, y

$\sigma_{(\text{Ag})}$ representa la conductividad específica de la plata, que es igual a $6,3 \cdot 10^5$ S/cm.

EJEMPLO 1

40 1.1 Preparación del Dispersante Polimérico PD-01

Se disolvieron 868 g de 1,3-dioxolano en 886 g de DCM en un matraz de fondo redondo y de tres bocas de 2 l y se agitaron a temperatura ambiente bajo atmósfera de nitrógeno. Se introdujeron 70,4 g de DMDT y 10 g de n-decano en el matraz. Tras agitar constantemente durante 10 minutos, se añadieron 2,2 g de ácido trifluorometanosulfónico a

45 la mezcla de reacción y se agitaron durante 24 horas a 23°C. A continuación se añadieron 6,1 g de trietilamina a la mezcla de reacción y a continuación se precipitó 2/3 de la mezcla de reacción en 6 l de n-hexano frío con agitación mecánica. El producto precipitado se filtró sobre un filtro Büchner y se secó en un horno de vacío a 23°C. Se recuperaron 490 g del dispersante polimérico PD-01 como un polvo blanco-amarillento (rendimiento = 78%).

50 El peso molecular promedio en peso (M_n), el peso molecular medio z (M_z) y el índice de polidispersidad del dispersante polimérico PD-01, como determinados por cromatografía por exclusión de tamaño usando dimetilacetamida /0,21% en peso de LiCl /0,63% en peso de ácido acético como eluyente y 3 columnas de tipo *mixed-B* calibradas con respecto a patrones de poliestireno lineal, fueron respectivamente de 5443, 8502 y 1,26.

55 1.2 Preparación del Dispersante Polimérico PD-02

Se disolvieron 250 g de 1,3-dioxolano en 225 g de DCM en un matraz de fondo redondo y de tres bocas de 1 l y se agitaron a temperatura ambiente bajo atmósfera de nitrógeno. Se introdujeron 21,1 g de DMDT y 5 g de n-decano en el matraz. Tras agitar constantemente durante 10 minutos, se añadieron 1,3 g de ácido trifluorometanosulfónico a la

60 mezcla de reacción y se agitaron durante 4 horas a 23°C. A continuación se añadieron 1,8 ml de trietilamina a la mezcla de reacción. A continuación se evaporó el disolvente a presión reducida. Se recuperaron 236,1 g del dispersante polimérico PD-02 como una pasta blanca-amarillenta (rendimiento = 87,1%).

65 El peso molecular promedio en peso (M_n), el peso molecular medio z (M_z) y el índice de polidispersidad del dispersante polimérico PD-02, como determinados por cromatografía por exclusión de tamaño usando dimetilacetamida /0,21% en peso de LiCl /0,63% en peso de ácido acético como eluyente y 3 columnas de tipo

mixed-B calibradas con respecto a patrones de poliestireno lineal, fueron respectivamente de 4853, 7601 y 1,26.

Ejemplo 2

- 5 Este ejemplo ilustra la preparación de las nanodispersiones metálicas (MNPd) según la presente invención. En la Tabla 2 se muestra la composición de cada MNPd.

2.1 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-01

- 10 En un reactor de 125 ml se removieron 6 g de óxido de plata y 1,28 g de PD-01 en 28,72 g de MOP (suspensión gris) durante 15 minutos a 40°C. A la mezcla de reacción se le añadieron 1,2 ml de ácido fórmico a 40°C usando una jeringa automática (flujo = 0,2 ml/min.). Se produjeron 35,5 g de una dispersión negra homogénea que tiene una composición de Ag/PD-01/MOP de 15,7/3,6/80,7 (proporción en peso).

15 2.2 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-02

- En un reactor de 125 ml se removieron 6,0 g de óxido de plata y 1,28 g de PD-01 en 28,72 g de MOP (suspensión gris) durante 15 minutos a 40°C. A la mezcla de reacción se le añadieron 0,9 ml de ácido fórmico a 40°C usando una jeringa automática (flujo = 0,2 ml/min.). Se produjeron 35,5 g de una dispersión negra homogénea que tiene una
20 composición de Ag/PD-01/MOP de 15,7/3,6/80,7 (proporción en peso).

2.3 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-03

- En un reactor de 125 ml termostatado a 40°C se removieron 5,0 g de óxido de plata y 1,55 g de PD-01 en 56,0 g de
25 MOP (suspensión gris) durante 15 minutos. A la mezcla de reacción se le añadieron 1,63 ml de ácido fórmico a 40°C usando una jeringa automática (flujo = 0,2 ml/min.). Una vez que la adición del agente de reducción fue completada, se agitó la mezcla de reacción a 40°C durante 60 minutos y se evaporó el disolvente a presión reducida. Se redispersó la pasta en MOP removiéndola vigorosamente durante la noche. Se produjeron 31,0 g de una dispersión
30 negra homogénea que tiene una composición de Ag/PD-01/MOP de 15,0/5,0/80,0 (proporción en peso).

2.4 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-04

- En un reactor de 125 ml se removieron 6 g de óxido de plata y 1,28 g de PD-01 en 29,02 g de MOP (suspensión gris) durante 15 minutos a 40°C. A la mezcla de reacción se le añadieron 0,9 ml de ácido fórmico a 40°C usando una
35 jeringa automática (flujo = 0,2 ml/min.). Una vez que la adición del agente de reducción fue completada, se agitó la mezcla de reacción a 40°C durante 120 minutos. Se produjeron 36,0 g de una dispersión negra homogénea que tiene una composición de Ag/PD-01/MOP de 15,7/3,6/80,7 (proporción en peso).

2.5 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-05

- 40 En un reactor de 250 ml se removieron 12,0 g de óxido de plata y 2,56 g de PD-01 en 57,4 g de MOP (suspensión gris) durante 15 minutos a 40°C. A la mezcla de reacción se le añadieron 1,8 ml de ácido fórmico a 40°C usando una jeringa automática (flujo = 0,2 ml/min.). Se volvió a agitar la mezcla de reacción a 40°C durante 2 horas. Se produjeron 71,1 g de una dispersión negra homogénea que tiene una composición de Ag/PD-01/MOP de
45 15,7/3,6/80,7 (proporción en peso).

2.6 Preparación de una nanodispersión metálica MNPd-06

- En un reactor de 2 litros termostatado a 40°C se removieron 45,0 g de óxido de plata y 13,97 g de PD-02 en 1.062,0 g de MOP (suspensión gris) durante 15 minutos. A la mezcla de reacción se le añadieron 7,32 ml de ácido fórmico a
50 40°C usando una jeringa automática (flujo = 150 ml/min.). Una vez que la adición del agente de reducción fue completada, se agitó la mezcla de reacción a 40°C durante 120 minutos y se evaporó el disolvente a presión reducida. Se redispersó la pasta en MOP removiéndola vigorosamente durante 48 horas y se colocó en un baño ultrasónico durante 10 minutos antes de usarla, con el fin de producir una dispersión negra homogénea que tiene
55 una composición de Ag/PD-02/MOP de 15,0/5,0/80,0 (proporción en peso).

Se usó ácido fórmico como agente de reducción en la preparación de todas las nanodispersiones MNPd, pero no está presente en la dispersión final debido a que se evapora de los medios.

60 Tabla 2

Dispersión de nanopartículas	Dispersante	% en peso de partículas de Ag	% en peso de partículas de Ag / % en peso de dispersante	Disolvente
MNPd-01	PD-01	15,7	4,4	MOP

MNPD-02	PD-01	15,7	4,4	MOP
MNPD-03	PD-01	15,0	3,0	MOP
MNPD-04	PD-01	15,7	4,4	MOP
MNPD-05	PD-01	15,7	4,4	MOP
MNPD-06	PD-02	15,0	3,0	MOP

Ejemplo 3

Este ejemplo ilustra la preparación de composiciones metálicas (CI). Las composiciones (CI) de la presente invención (INV) y comparativas (COMP) se prepararon añadiendo los compuestos SA-01 a SA-07 a las nanodispersiones metálicas MNPD-01 a MNPD-06 (véase la Tabla 3). Las composiciones de la presente invención comprenden ácido oxálico (SA-01), ácido malónico (SA-02), ácido succínico (SA-03) o ácido glutárico (SA-04), mientras que las composiciones comparativas comprenden la ausencia de ácido, o comprenden ácido adípico (SA-07), ácido fórmico (SA-05) o ácido ascórbico (SA-06). La cantidad de SA se expresa en % en peso de la composición y en proporción en peso del dispersante polimérico (PD-01 o PD-02).

Las composiciones metálicas CI-01 a CI-18 se prepararon usando diferentes aditivos (SA-01 a SA-07) y diferentes nanodispersiones metálicas (MNPD-01 a MNPD-06). Los aditivos SA se añadieron en diferentes concentraciones a las composiciones mencionadas.

Tabla 3

Composiciones	MNPD	Plata (% en peso)	SA	SA (% en peso)	SA/PD (proporción en peso)
CI-01 (INV)	MNPD-02	15,1	SA-01	3,7	1,0
CI-02 (INV)	MNPD-04	15,2	SA-01	3,3	1,0
CI-03 (INV)	MNPD-02	15,2	SA-02	3,0	0,82
CI-04 (INV)	MNPD-02	15,2	SA-03	3,5	0,95
CI-05 (INV)	MNPD-02	15,1	SA-04	3,8	1,05
CI-06 (COMP)	MNPD-05	15,0	SA-07	4,2	1,22
CI-07 (COMP)	MNPD-01	15,7	-	0	0
CI-08 (INV)	MNPD-01	15,3	SA-01	2,2	0,61
CI-09 (INV)	MNPD-01	15,2	SA-01	2,9	0,79
CI-10 (INV)	MNPD-01	15,1	SA-01	3,7	1,0
CI-11 (INV)	MNPD-01	15,0	SA-01	4,4	1,21
CI-12 (INV)	MNPD-01	14,9	SA-01	5,1	1,42
CI-13 (COMP)	MNPD-03	15,0	-	0	0
CI-14 (COMP)	MNPD-03	14,3	SA-05	4,8	1,0
CI-15 (COMP)	MNPD-01	15,1	SA-06	3,7	1,0
CI-16 (COMP)	MNPD-05	15,7	-	0	0
CI-17 (COMP)	MNPD-06	15,0	-	0	0
CI-18 (INV)	MNPD-06	14,4	SA-01	3,8	0,8

Ejemplo 4

Este ejemplo ilustra la preparación de capas aplicadas a partir de composiciones metálicas.

Se prepararon las capas aplicadas (CL) aplicando las composiciones metálicas CI-01 a CI-06, tal y como se definen en la Tabla 4, sobre un sustrato de poliéster dotado de una capa adhesiva que tenía un espesor de 63 μm . Las composiciones se aplicaron en un espesor de recubrimiento húmedo de 20 μm y se secaron a 23°C durante 10 minutos. En la Tabla 4 se indican la composición y las propiedades eléctricas de las capas CL-01 a CL-06 y CL-09

después de curarlas a 170°C durante 10 minutos.

Tabla 4

CL	CI	SA	Temp. (°C)	Tiempo (min.)	Resistividad (Ohm/cuadrado)	Conductividad (% de Ag mazica)
CL-01 (INV)	CI-01	SA-01	170	10	1	4,0
CL-02 (INV)	CI-02	SA-01	170	10	1	4,0
CL-03 (INV)	CI-03	SA-02	170	10	2	2,1
CL-04 (INV)	CI-04	SA-03	170	10	4	1,3
CL-05 (INV)	CI-05	SA-04	170	10	3	1,5
CL-06 (COMP)	CI-06	SA-07	170	10	20,10 ⁶	0
CL-09 (COMP)	CI-07	No SA	170	10	144	0

Las capas aplicadas a partir de las composiciones conductoras que comprenden el ácido dicarboxílico de la presente invención tienen mayor conductividad que las que comprenden ácidos carboxílicos comparativos cuando se curan en condiciones idénticas. Está claro que sólo las composiciones de la presente invención permiten una reducción significativa de la temperatura de curado.

Ejemplo 5

Este ejemplo ilustra la preparación de capas aplicadas comparativas preparadas a partir de la composición metálica CI-06 usando el SA-07 y curadas durante 10 minutos a diferentes temperaturas por debajo de las temperaturas de curado convencionales, tales como 170°C, 180°C y 200°C. En la Tabla 5 se indican la composición y las propiedades eléctricas de las capas CL-06, CL-40 y CL-41 después de curarlas.

Tabla 5

CL	CI	SA	Temp. (°C)	Tiempo (min.)	Resistividad (Ohm/cuadrado)	Conductividad (% de Ag mazica)
CL-06 (COMP)	CI-06	SA-07	170	10	20,10 ⁶	0
CL-40 (COMP)	CI-06	SA-07	180	10	7	0,6
CL-41 (COMP)	CI-06	SA-07	200	10	4	1,2

Las capas comparativas aplicadas a partir de las composiciones metálicas que comprenden ácidos distintos a los ácidos dicarboxílicos de la presente invención tienen menor o ninguna conductividad cuando se curan en las condiciones preferidas de la invención, es decir, a una temperatura de 200°C o inferior y durante 10 minutos. Sólo cuando la temperatura es de 200°C pueden tener las capas comparativas alguna conductividad (tal y como se muestra con el recubrimiento CL-41), y aún así, los valores de conductividad de las composiciones comparativas son inferiores a los de las capas aplicadas a partir de las composiciones de la presente invención a una temperatura de 170°C, tal y como se muestra en la Tabla 4, en la que el valor de conductividad más bajo para una composición de la presente invención es de 1,3% de plata mazica (véase CL-04). Por lo tanto, está claro que sólo las composiciones de la presente invención son capaces de mantener o aumentar la conductividad cuando se lleva a cabo una reducción significativa de la temperatura de curado y del tiempo de curado.

Ejemplo 6

Este ejemplo ilustra la composición y las propiedades eléctricas de las capas CL-07 a CL-36, que se han aplicado con composiciones metálicas que comprenden concentraciones variables de SA y se han curado a una temperatura de 170°C y durante tiempos de curado variables, de entre 2 y 30 minutos (Tabla 6).

Tabla 6

CL	CI	SA/PD (proporción en peso)	Temp. (°C)	Tiempo (min.)	Resistividad (Ohm/cuadrado)	Conductividad (% de Ag mazica)
CL-07	CI-07	Sin SA	170	2	1169	0,0

ES 2 485 308 T3

(COMP)						
CL-08 (COMP)	CI-07	Sin SA	170	5	436	0,0
CL-09 (COMP)	CI-07	Sin SA	170	10	144	0,0
CL-10 (COMP)	CI-07	Sin SA	170	30	53	0,1
CL-11 (INV)	CI-08	SA-01 (0,61)	170	2	3	1,8
CL-12 (INV)	CI-08	SA-01 (0,61)	170	5	3	1,9
CL-13 (INV)	CI-08	SA-01 (0,61)	170	10	2	2,4
CL-14 (INV)	CI-08	SA-01 (0,61)	170	30	3	1,4
CL-15 (INV)	CI-09	SA-01 (0,79)	170	2	2	2,5
CL-16 (INV)	CI-09	SA-01 (0,79)	170	5	2	2,7
CL-17 (INV)	CI-09	SA-01 (0,79)	170	10	2	2,3
CL-18 (INV)	CI-09	SA-01 (0,79)	170	30	2	2,7
CL-19 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	2	2	2,7
CL-20 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	5	1	3,4
CL-21 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	10	2	2,7
CL-22 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	30	2	2,0
CL-23 (INV)	CI-11	SA-01 (1,21)	170	2	3	1,9
CL-24 (INV)	CI-11	SA-01 (1,21)	170	5	2	2,2
CL-25 (INV)	CI-11	SA-01 (1,21)	170	10	2	2,4
CL-26 (INV)	CI-11	SA-01 (1,21)	170	30	3	1,8
CL-27 (INV)	CI-12	SA-01 (1,42)	170	2	2	2,0
CL-28 (INV)	CI-12	SA-01 (1,42)	170	5	2	2,7
CL-29 (INV)	CI-12	SA-01 (1,42)	170	10	2	2,3
CL-30 (INV)	CI-12	SA-01 (1,42)	170	30	2	2,3
CL-31 (COMP)	CI-13	No SA	170	10	20,10 ⁶	0,0
CL-32	CI-14	SA-05	170	10	20,10 ⁶	0,0

(COMP)		(1,0)				
CL-33 (COMP)	CI-15	SA-06 (1,0)	170	10	5	1,0

La Tabla 6 muestra claramente que pueden prepararse capas aplicadas que tienen una conductividad suficiente (plata mazica > 1%) usando las composiciones conductoras de la presente invención cuando se aplica una temperatura de curado de 170°C y tiempos de curado de entre 2 y 30 minutos.

Además, también está claro que las capas aplicadas con las composiciones conductoras de la presente invención que comprenden una concentración diferente de agentes de sinterización SA dentro del rango de la presente invención (SA/PD entre 0,6 y 1,42) tienen una conductividad suficiente a una temperatura de curado de 170°C y durante tiempos de curado de entre 2 y 30 minutos.

Sin embargo, las capas que se han aplicado con composiciones comparativas sin SA, es decir, los recubrimientos CL-07 a CL-10 y CL-31, respectivamente, no son conductoras en las mismas condiciones de curado, es decir, una temperatura de 170°C y tiempos de curado de entre 2 y 30 minutos.

Ejemplo 7

Este ejemplo ilustra la composición y las propiedades eléctricas de capas aplicadas con composiciones metálicas que comprenden concentraciones variables de SA y se han curado a una temperatura de 170°C durante 10 minutos (Tabla 7).

Tabla 7

CL	CI	SA/PD (proporción en peso)	Temp. (°C)	Tiempo (min.)	Resistividad (Ohm/cuadrado)	Conductividad (% de Ag mazica)
CL-13 (INV)	CI-08	SA-01 (0,61)	170	10	2	2,4
CL-17 (INV)	CI-09	SA-01 (0,79)	170	10	2	2,3
CL-21 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	10	2	2,7
CL-25 (INV)	CI-11	SA-01 (1,21)	170	10	2	2,4
CL-29 (INV)	CI-12	SA-01 (1,42)	170	10	2	2,3
CL-09 (COMP)	CI-07	Sin SA	170	10	144	0,0
CL-31 (COMP)	CI-13	Sin SA	170	10	20,10 ⁶	0,0
CL-32 (COMP)	CI-14	SA-05 (1,0)	170	10	20,10 ⁶	0,0
CL-33 (COMP)	CI-15	SA-06 (1,0)	170	10	5	1,0

La Tabla 7 muestra claramente que se pueden preparar capas aplicadas que tienen una conductividad suficiente usando las composiciones conductoras de la presente invención, dentro del rango de concentraciones reivindicado (SA/PD de entre 0,6 y 1,42) a una temperatura de curado de 170°C y durante tiempo de curado de 10 minutos, mientras que las capas que se han aplicado a partir de composiciones metálicas comparativas sin SA (CL-09 y CL-31) o las capas que se han aplicado con composiciones metálicas comparativas que comprenden ácido fórmico (SA-05) o ácido ascórbico (SA-06), y con una proporción en peso SA/PD de 1,0, es decir, los recubrimientos CL-32 y CL-33, respectivamente, tienen poca o ninguna conductividad en las mismas condiciones de curado.

Ejemplo 8

En la Tabla 8 se indican la composición y las propiedades eléctricas de las capas CL-21 y CL-35 a CL-39 que se han aplicado con composiciones metálicas y se han curado durante 10 minutos a temperaturas de curado variables.

Tabla 8

CL	CI	SA/PD (proporción en peso)	Temp. (°C)	Tiempo (min.)	SER (Ohm/cuadrado)	Conductividad (% de Ag mazica)
CL-35 (COMP)	CI-16	Sin SA	170	10	20,10 ⁶	0
CL-36 (COMP)	CI-16	Sin SA	180	10	27,10 ⁶	0
CL-37 (COMP)	CI-16	Sin SA	200	10	75	0,1
CL-21 (INV)	CI-10	SA-01 (1,0)	170	10	2	2,7
CL-38 (COMP)	CI-17	Sin SA	130	10	200.000*	0*
CL-39 (INV)	CI-18	SA-01 (0,8)	130	10	21,4*	0,1*

* Espesor de recubrimiento seco: 40 µm.

5

La Tabla 8 muestra claramente que se pueden preparar capas conductoras que tienen conductividad suficiente usando las composiciones conductoras de la presente invención cuando se emplean una temperatura de curado inferior a 200°C.

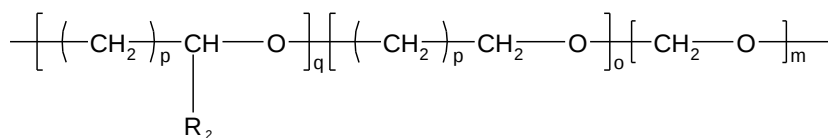
10 Las capas que se han aplicado o impreso con las composiciones conductoras de la presente invención tienen un rendimiento superior en comparación con las capas que se han aplicado o impreso con composiciones comparativas en las mismas condiciones de curado.

15 El uso de las composiciones de la presente invención permite una reducción significativa del tiempo de curado a una determinada temperatura.

20 También está claro que el efecto técnico ventajoso de los aditivos de sinterización usados en las composiciones conductoras de la presente invención no depende de la cantidad de dispersante polimérico, a condición de que se respete la dosificación indicada.

REIVINDICACIONES

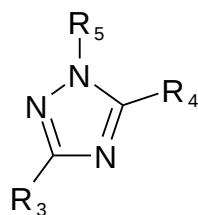
1. Composición que comprende:
 - una dispersión que comprende a) nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, b) un dispersante polimérico (PD) que comprende (i) una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y (ii) un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho PD una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, c) un medio de dispersión opcional, y
 - un aditivo de sinterización (SA), caracterizado porque el SA es un ácido dicarboxílico según la fórmula $\text{HOOC-X}_a\text{-COOH}$, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo $\text{C}_1\text{-C}_3$ opcionalmente sustituido.
 2. Composición según la reivindicación 1, en la que el SA es un ácido dicarboxílico según la fórmula $\text{HOOC-(CH}_2)_b\text{-COOH}$, en la que b es 0, 1, 2 ó 3.
 3. Composición según las reivindicaciones 1 ó 2, en la que el SA es ácido oxálico o ácido malónico.
 4. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la concentración de SA, expresada como la proporción en peso de SA a PD, varía entre 0,6 y 1,5.
 5. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cadena principal polimérica de PD es un poliacetal alifático o un poliacetal/poliéter alifático seleccionado entre:
 - a) $\text{-(CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - b) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - c) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - d) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - e) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - f) $\text{-(CH}_2\text{-CHCH}_3\text{-O)}_n\text{-}$
 - g) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - h) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - i) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
 - j) $\text{-(CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-O)}_n\text{-}$
- en los que n es un número entero del 14 a 500.
6. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que la cadena principal polimérica del PD corresponde a la Fórmula I



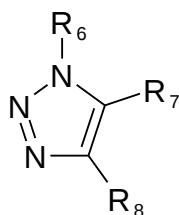
Fórmula I

en la que m es un número entero del 1 a 500,
 o es un número entero del 0 a 340,
 q es un número entero del 0 a 250,
 p es un número entero del 1 a 7,
 m+o+q es un número entero del 14 a 500,
 R₂ representa un átomo de hidrógeno, un grupo metilo o un grupo alquilo opcionalmente sustituido.

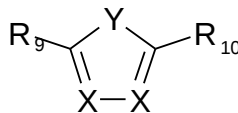
7. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el grupo de anclaje del PD corresponde a las Fórmulas II, III, IV ó V



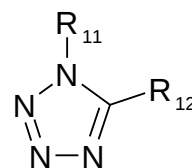
Fórmula II



Fórmula III



Fórmula IV



Fórmula V

en las que

R₃, R₄, R₇, R₈, R₉, R₁₀ y R₁₂ representan independientemente un átomo de halógeno, un grupo tiol opcionalmente sustituido, un grupo hidroxilo, un grupo ácido carboxílico, un grupo aldehído, un grupo éster, un grupo amida, un grupo amina primaria, un grupo amina secundaria, un grupo amina terciaria, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido, un grupo aralquilo opcionalmente sustituido o un grupo alquileo opcionalmente sustituido,

R₇ y R₈ pueden enlazarse opcionalmente para formar una estructura de anillo,

R₅, R₆ y R₁₁ representan independientemente un átomo de halógeno, un grupo tiol opcionalmente sustituido, un grupo ácido carboxílico, un grupo amina primaria, un grupo amina secundaria, un grupo amina terciaria, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido,

X representa independientemente -N-, -CH- o -C(CR₁₃)- y en el que R₁₃ representa un grupo metilo, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido y en las que X puede enlazarse opcionalmente a R₉ o R₁₀ para formar una estructura de anillo,

Y representa un átomo de oxígeno, un átomo de azufre o -NR₁₄- en el que R₁₄ representa un grupo metilo, un grupo alquilo opcionalmente sustituido, un grupo arilo opcionalmente sustituido o un grupo aralquilo opcionalmente sustituido.

8. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el peso molecular promedio en número del dispersante polimérico es de entre 1500 y 6000 Da.

9. Composición según cualquiera de las reivindicaciones anteriores que comprende al menos un 1% en peso de nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal.

10. Método para preparar una composición tal y como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, comprendiendo los siguientes pasos:

- proporcionar una dispersión que comprende:

a) nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal, b) un dispersante polimérico (PD) que comprende (i) una cadena principal de poliacetal o una cadena principal de poliacetal/poliéter y (ii) un grupo de anclaje que presenta afinidad con las nanopartículas metálicas, de óxido de metal o de precursor de metal y que está enlazado químicamente a dicha cadena principal de poliacetal o dicha cadena principal de poliacetal/poliéter, teniendo dicho PD una descomposición del 95% en peso a una temperatura inferior a 300°C, y c) un medio de dispersión, y

- añadir un aditivo de sinterización (SA) a la dispersión, siendo dicho SA un ácido dicarboxílico según la Fórmula HOOC-X_a-COOH, en la que a es 0 ó 1 y X representa un grupo alquileo C₁-C₃ opcionalmente sustituido.

11. Método para preparar una composición según la reivindicación 10, en el que en la etapa a) se usa un primer medio de dispersión y que dicho método comprende además los siguientes pasos entre la etapa a) y la etapa b),

- eliminar el medio de dispersión al menos parcialmente por evaporación, obteniéndose así una pasta de alta viscosidad,

- redispersar la pasta de alta viscosidad en un segundo medio de dispersión, pudiendo ser idénticos los primer y segundo medios de dispersión.

12. Capa conductora o patrón conductor preparada/o:

- aplicando sobre un sustrato una composición tal y como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, y

- curando dicha composición aplicada.

- 5
13. Proceso para curar capas o patrones conductores tal y como se han definido en la reivindicación 12, en el que el tiempo de curado es inferior a 30 minutos y que la temperatura de curado es inferior a 200°C.
 14. Proceso para curar capas o patrones conductores según la reivindicación 13, en el que el tiempo de curado varía entre 2 y 20 minutos.
 15. Proceso para curar capas o patrones conductores según las reivindicaciones 13 ó 14, en el que la temperatura de curado varía entre 130°C y 180°C.