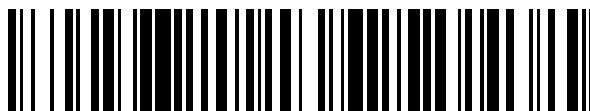


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 734**

51 Int. Cl.:

H01F 5/00 (2006.01)
B22F 9/24 (2006.01)
C09D 11/00 (2014.01)
H05K 1/09 (2006.01)
H05K 3/10 (2006.01)
H05K 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.03.2008** **PCT/US2007/078918**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.02.2009** **WO09020464**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2008** **E 07872304 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017** **EP 2174324**

54 Título: **Método de fabricación de placa de circuitos impresos**

30 Prioridad:

03.08.2007 WO PCT/US2007/075174
19.09.2007 WO PCT/US2007/078908
19.09.2007 US 857871

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
18.05.2017

73 Titular/es:

ALPHA METALS, INC. (100.0%)
109 Corporate Boulevard
South Plainfield, NJ 07080, US

72 Inventor/es:

KHASELEV, OSCAR;
DESAI, NITIN;
MARCZI, MICHAEL, T. y
SINGH, BAWA

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 612 734 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método de fabricación de placa de circuitos impresos

5 Campo tecnológico

Las formas de realización de la tecnología descrita en el presente documento se refieren en general a patrones conductores y a métodos de uso y a su impresión. Más en particular, ciertas formas de realización se refieren a dispositivos electrónicos, tales como placas de circuito impreso, que incluyen uno o más patrones conductores como se describe en el presente documento.

Antecedentes

Los dispositivos electrónicos incluyen numerosos circuitos eléctricos conectados. A medida que la superficie de los dispositivos se hace más pequeña, la circuitería de los dispositivos se debe reducir para dar cabida a una huella deseada. Los métodos actuales usados para producir circuitos y conductores no proporcionan la precisión para crear conductores estrechos y delgados para su uso en muchos dispositivos electrónicos pequeños.

El documento WO2007/040794 describe un método para formar un patrón sobre una superficie que utiliza un sistema de tinta. El sistema de tinta comprende (i) un monómero, oligómero o polímero polimerizables por radicales libres, (ii) un complejo de organoborano amina, (iii) un compuesto reactivo con amina, y (iv) oxígeno.

El documento US 2004/0082163 describe un método de formación de película que no requiere un entorno a baja presión y dispositivos producidos por dicho método.

El documento EP 0930641 describe un método para producir patrones con la ayuda de un sistema en inyección.

Sumario

De acuerdo con un aspecto, se describe un método para producir una placa de circuito impreso que comprende: un sustrato; y al menos un patrón conductor de alta relación de aspecto dispuesto sobre el sustrato, caracterizado por que el patrón conductor de alta relación de aspecto tiene una altura que es al menos cinco veces mayor que su anchura, y por que el método comprende:

imprimir un material conductor entre una separación definida de un soporte polimérico sobre el sustrato; imprimir un material de soporte polimérico sobre el soporte polimérico; imprimir el material conductor adicional entre la separación definida del soporte polimérico; sinterizar el material conductor; y después de la sinterización, la retirada del soporte polimérico para proporcionar el patrón conductor de alta relación de aspecto.

En ciertos ejemplos, el soporte sólido se puede eliminar por tratamiento térmico, tratamiento químico u otros métodos que pueden eliminar el soporte sólido sin dañar el patrón conductor. En ciertos ejemplos, el soporte sólido puede incluir un revestimiento anti-humedecimiento para prevenir o reducir la tendencia de la tinta a esparcirse.

En ciertos ejemplos, el método incluye disponer un material conductor entre un soporte sólido sobre un preimpregnado y eliminar el soporte sólido del preimpregnado para proporcionar un patrón conductor de alta relación de aspecto. El método también puede incluir el tratamiento térmico del preimpregnado con al menos un patrón conductor de alta relación de aspecto dispuesto para proporcionar una placa de circuito impreso.

También se describe un método para facilitar el montaje de un dispositivo electrónico. En ciertos ejemplos, el método comprende proporcionar al menos una tinta que comprende partículas metálicas protegidas terminalmente y proporcionar instrucciones para la eliminación de la al menos una tinta sobre un sustrato para proporcionar un patrón conductor de alta relación de aspecto sobre el sustrato.

De acuerdo con otro aspecto, se proporciona un método para imprimir un conductor usando una impresora. En ciertos ejemplos, el método comprende disponer un material de soporte sólido en un primer depósito de la impresora sobre un sustrato. En algunos ejemplos, el método además comprende disponer una tinta en un segundo depósito de la impresora entre el material de soporte sólido dispuesto sobre el sustrato. En ciertos ejemplos, el método también puede incluir la eliminación del material de soporte sólido dispuesto del sustrato.

Las características, aspectos y ejemplos adicionales se describen con más detalle a continuación

65 Breve descripción de las figuras

A continuación se describen ciertas formas de realización con referencia a las figuras adjuntas donde:

La figura 1 es un dibujo de soportes sólidos dispuestos sobre un sustrato, de acuerdo con ciertos ejemplos;
la figura 2 es un dibujo de un material conductor dispuesto entre soportes sólidos sobre un sustrato, de acuerdo con ciertos ejemplos;
la figura 3 es un dibujo de un patrón conductor de alta relación de aspecto dispuesto sobre un sustrato, de acuerdo con ciertos ejemplos;
la figura 4 muestra un método para producir un patrón conductor de alta relación de aspecto, de acuerdo con ciertos ejemplos; y
la figura 5 es un ejemplo de una placa de circuito impreso que incluye un patrón conductor de alta relación de aspecto, de acuerdo con ciertos ejemplos.

Algunas de las características mostradas en las figuras pueden haber sido ampliadas, distorsionadas, alteradas o por lo demás mostradas de otra forma no convencional para facilitar una mejor comprensión de la tecnología descrita en este documento.

Descripción detallada

Ciertas formas de realización de los dispositivos y métodos descritos en el presente documento proporcionan patrones de conductores de la electricidad que tienen propiedades eléctricas no conseguidas previamente con los métodos existentes. Los patrones conductores con alta de relación de aspecto se pueden producir sobre cualquier tipo de dispositivo eléctrico en cualquier patrón deseado de espesores y anchuras seleccionados. A continuación se describen patrones conductores de alta relación de aspecto ilustrativos.

La tecnología de inyección de tinta piezoeléctrica ha avanzado hasta convertirse en un factor clave en la electrónica impresa. Como proceso aditivo, la impresión de inyección de tinta controla con precisión el orden y la cantidad de fluidos aplicados de manera que no se desperdicien fluidos y materiales caros. A medida que hay disponibles en el mercado una mayor gama de nanopartículas de inyección de líquidos conductores, semiconductores y adhesivos, surgen nuevas oportunidades para la inyección de tinta en la industria electrónica.

Un inconveniente en la tecnología de inyección de tinta es la impresión de líneas estrechas (menos de aproximadamente 100 micras de ancho) y gruesas (más de aproximadamente 2 micrómetros de grosor). Normalmente para conseguir el grosor de línea requerido se necesitan múltiples pasadas de impresión que podrían dar lugar a la extensión de la línea más allá de la anchura requerida. El fenómeno puede ser especialmente grave en el caso de las tintas metálicas conductoras. Las partículas metálicas son mucho más densas que los medios portadores, por lo que la mayor parte del volumen de la tinta es captada por disolventes que se esparcen fácilmente sobre la superficie impresa.

Para evitar la diseminación de la tinta, la práctica habitual es la adición de modificadores de reología para aumentar la viscosidad y adherencia de la tinta. Sin embargo, la adición de modificadores de la reología (usualmente materiales orgánicos y polímeros de alto punto de ebullición) a la formulación de tinta conductora puede dar como resultado una degradación significativa de la conductividad de las líneas impresas. Esto es especialmente cierto en el caso de tintas de nanopartículas metálicas, tales como las descritas en la Solicitud de Estados Unidos Nº 11/462.089, cuya descripción completa se incorpora en el presente documento como referencia para todos los fines.

La sinterización de nanopartículas en líneas altamente conductoras se basa en el contacto íntimo entre las nanopartículas para que la adición de materiales orgánicos y polímeros de alto punto de ebullición pueda impedir o bloquear completamente el proceso de sinterización dando como resultado líneas de mala calidad.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se describe un método que proporciona la impresión por inyección de tinta de patrones finos de cualquier dimensión con tintas de cualquier viscosidad para proporcionar un patrón conductor de alta relación de aspecto. El término "alta relación de aspecto" se refiere al conductor eléctrico que tiene una primera dimensión, por ejemplo, una altura, que es al menos aproximadamente cinco veces mayor que una segunda dimensión, por ejemplo, una anchura. En ciertos ejemplos, la primera dimensión es al menos aproximadamente 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 o 100 veces mayor que la segunda dimensión. Sin embargo, el método usado en el presente documento también se puede usar para imprimir patrones conductores que tienen alturas y anchuras que son sustancialmente iguales, por ejemplo una relación de altura:anchura de 1:1 o patrones conductores donde la altura es aproximadamente el doble de la anchura, por ejemplo, una relación de altura:anchura de 2:1.

De acuerdo con ciertas formas de realización, el material conductor está dispuesto entre dos o más soportes. Por ejemplo, y haciendo referencia a la FIG. 1, se muestra una vista lateral de un sustrato 100. Un primer soporte sólido 110 y un segundo soporte sólido 120 se han dispuesto sobre el sustrato 100. Aunque los soportes sólidos 110 y 120 se muestran dispuestos cerca del centro del sustrato 100, los soportes sólidos 110 y 120 pueden estar dispuestos en cualquier parte o área del sustrato 100. Después de la eliminación del soporte sólido 110 y 120 sobre el sustrato 100, se puede disponer un material conductor 130 entre el soporte sólido 110 y 120, como se muestra en la Fig. 2. La altura h1 de los soportes sólidos y la distancia d1 entre los soportes sólidos generalmente determinan el espesor y la anchura del material conductor, respectivamente. Al disminuir la distancia d1, disminuirá la anchura del patrón

conductor. Al disminuir la altura h1, disminuirá el grosor del patrón conductor. El grosor y la anchura reales del patrón conductor pueden variar y los espesores ilustrativos oscilan entre aproximadamente 0,001 mm y aproximadamente 0,1 mm y las anchuras ilustrativas incluyen, pero no se limitan a, de 0,05 mm a aproximadamente 0,3 mm. Los espesores y anchuras adicionales serán fácilmente seleccionados por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, una vez que el material conductor 130 está dispuesto entre los soportes sólidos 110 y 120, el material conductor se puede someter a una o más etapas de tratamiento. En los ejemplos donde el material es una tinta que comprende partículas metálicas protegidas terminalmente, tales como las descritas más adelante, la tinta se puede sinterizar para condensar el material dispuesto. Otras etapas de tratamiento incluyen, pero no se limitan a, calentamiento, molienda, ataque químico y ataque por plasma. Las etapas de tratamiento adicionales para proporcionar patrones conductores de alta relación de aspecto serán seleccionados fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se pueden usar diversos métodos para disponer los soportes sólidos sobre un sustrato. El método exacto utilizado para disponer el material de soporte sólido sobre un sustrato puede variar dependiendo de la naturaleza y de las propiedades del material seleccionado para su uso en el soporte sólido. En los ejemplos donde el soporte sólido es un material polimérico, el soporte sólido se puede disponer mediante impresión por inyección de tinta, impresión por serigrafía o impresión por huecograbado. En los ejemplos donde el soporte sólido es un material a base de papel, una sal inorgánica o un elastómero tal como caucho, el soporte sólido se puede disponer o empaquetar en un molde o forma colocado sobre el sustrato. Otros materiales adecuados para su uso en el soporte sólido incluyen, pero no se limitan a, polímeros, resinas epoxi, sales inorgánicas/orgánicas. En algunos ejemplos, cuando el soporte sólido también proporciona propiedades anti-humectantes, puede estar hecho de polímeros fluorados, tales como fluidos Krytox de Dupont o FluoroPel de Cytonix Corporation. En algunos ejemplos, el soporte sólido se puede disponer usando una impresora de inyección de tinta, tal como una impresora de inyección de tinta que se puede usar para disponer el material conductor. Por ejemplo, la impresora de inyección de tinta puede incluir dos o más depósitos, uno que incluye el material de soporte sólido y el otro que incluye la tinta a imprimir entre los soportes sólidos. Una primera impresión del sustrato puede disponer el material de soporte sólido, y una segunda impresión del sustrato puede disponer el material conductor entre el material de soporte sólido. El control por ordenador de la operación de impresión puede proporcionar una eliminación conocida y precisa tanto del material de soporte sólido como de la tinta.

De acuerdo con ciertos ejemplos, después de la eliminación del material de soporte sólido y de la tinta, el material de soporte sólido se puede retirar para proporcionar un patrón conductor de alta relación de aspecto. En ciertos ejemplos, los soportes sólidos 110 y 120 se pueden retirar del sustrato 100 para proporcionar un patrón conductor de alta relación de aspecto 140, como se muestra en la FIG. 3. El método o proceso exacto utilizado para retirar los soportes sólidos depende de la naturaleza del material o materiales utilizados en los soportes sólidos. En los ejemplos donde el soporte sólido es un polímero, tal como un plástico, el polímero se puede eliminar lavándolo con disolventes orgánicos tales como alcohol isopropílico o acetona o decapantes comerciales disponibles para decapar películas fotorresistentes. En ciertos ejemplos, los soportes sólidos se pueden triturar o cortar con una máquina CNC u otro dispositivo que pueda eliminar los soportes sólidos sin dañar sustancialmente el material conductor dispuesto. En los ejemplos donde el soporte sólido es papel, los soportes sólidos se pueden quemar o incinerar y se puede usar una corriente de aire para eliminar el residuo del material conductor. En ciertos ejemplos, el soporte sólido se puede colar utilizando un material inorgánico y, después de la disposición del material conductor, el material inorgánico se puede disolver con un ácido o base suave dependiendo de la naturaleza del material inorgánico. Materiales inorgánicos ilustrativos incluyen, pero no se limitan a, cloruro de sodio, cloruro de potasio, nitrato de sodio y otras sales solubles en agua.

En ciertos ejemplos, el material conductor se puede disponer de manera escalonada, seguido por la posterior eliminación del material de soporte más sólido y la posterior eliminación de material conductor adicional. Este proceso puede ser útil, por ejemplo, cuando es deseable conseguir un espesor del material conductor mayor del que se es capaz con una sola aplicación. Una ilustración de este proceso se muestra esquemáticamente en la FIG. 4. En la FIG. 4 se muestra un sustrato 400, y se muestra como material de soporte sólido polimérico junto con una tinta conductora de nanoplate. En una primera etapa, se imprimen las líneas de polímero de soporte 410 y 415 sobre el sustrato 400. Una tinta de plata 425 se imprime entre las líneas de soporte sólidas 410 y 415 hasta que alcanza la parte superior de las líneas de soporte sólidas 410 y 415. El material de soporte sólido adicional está dispuesto sobre las líneas 410 y 415 para proporcionar líneas de soporte sólidas 430 y 435. La tinta adicional 445 se dispone entre las líneas de soporte sólidas 430 y 435 hasta que la tinta alcanza la parte superior de las líneas de soporte sólidas 430 y 435. También se puede realizar otra etapa de disposición de material de soporte sólido adicional para proporcionar líneas de soporte sólidas 450 y 455 seguido de eliminación de tinta adicional 465. Este proceso de disposición de material de soporte sólido seguido de eliminación de tinta se puede continuar hasta que se alcance un espesor deseado. Una vez alcanzado el espesor deseado, se puede realizar el sinterizado para condensar la tinta 465 a una tinta sinterizada 475. Después de la sinterización, las líneas de soporte sólido 450 y 455 se pueden eliminar lavando el sustrato en, por ejemplo, alcohol isopropílico, acetona o una mezcla de los mismos para dejar un sustrato 400 que tiene un patrón conductor de una alta relación de aspecto 485.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las tintas adecuadas para su uso en los métodos descritos en el presente documento incluyen, pero no se limitan a, cualquier tinta adecuada para su uso en aplicaciones de impresión por inyección de tinta. Las tintas ilustrativas y las partículas para su uso en tales tintas se describen a continuación. El experto en la materia seleccionará fácilmente tintas adecuadas adicionales, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, la tinta puede incluir partículas de plata dispersadas en un sistema disolvente adecuado. Las partículas de plata son materiales bien conocidos y están disponibles de diferentes fuentes comerciales. Normalmente, el tamaño de las partículas oscila entre 5 y 70 nm. La ventaja conocida de las partículas en comparación con el polvo de plata regular es su capacidad de calentarse o sinterizarse en estructuras sólidas a temperaturas mucho más bajas que las temperaturas de fusión. Las partículas de plata se pueden calentar, por ejemplo, a temperaturas de tan solo 200 °C. El proceso de calentamiento es un proceso de difusión donde la plata migra de partícula a partícula formando puentes de conexión entre partículas. Las estructuras formadas por calentamiento de las partículas de plata disponibles actualmente son conductoras, pero su conductividad todavía es mucho menor que la de la plata en masa. La conductividad indicada está en el intervalo de $1\text{--}2 \times 10^4$ S/cm en comparación con 62×10^4 S/cm para la plata en masa. Sigue habiendo una necesidad de películas de plata cuya conductividad sea mucho más cercana a la de la plata en masa.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en la presente invención se pueden producir mezclando al menos un metal o una sal metálica y un agente de protección terminal en una solución monofásica o en una solución multifásica. En ciertos ejemplos, el metal o la sal metálica se pueden seleccionar entre metales conductores o sales metálicas conductoras, incluyendo, por ejemplo, metales de transición o sales de metales de transición de oro, plata, cobre, níquel, platino, paladio, hierro y aleaciones de los mismos. La forma exacta del metal o sal metálica puede variar dependiendo del sistema disolvente seleccionado. Es deseable que la sal metálica se disuelva en el sistema disolvente seleccionado sin calentamiento excesivo que pudiera dar lugar a la evaporación del disolvente. Los aniones ilustrativos de las sales metálicas incluyen nitrato, cloruro, bromuro, yoduro, tiocianato, clorato, nitrito y acetato. A continuación se describen aniones adicionales en referencia a las sales metálicas ilustrativas particulares descritas.

En ciertos ejemplos, el uso de una solución monofásica para producir las partículas permite la omisión del reactivo de transferencia de fase (aunque en ciertas formas de realización todavía se puede usar un reactivo de transferencia de fase) que se utiliza habitualmente para producir partículas en un proceso de poliol. Al realizar la reacción en una sola fase, aumenta la facilidad de producción de las partículas y disminuye el coste de producción de las partículas. Además, la síntesis industrial a gran escala de las partículas se puede conseguir utilizando una reacción de fase única. Beneficios adicionales de las partículas, y métodos para producirlas, serán seleccionados fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de plata para proporcionar partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se usa una sal de plata, la sal de plata puede ser una o más de cloruro de plata, bromuro de plata, yoduro de plata, tiocianato de plata, sulfato de plata, cromato de plata, fosfato de plata, oxalato de plata, carbonato de plata, sulfito de plata, hidróxido de plata, nitrato de plata, acetato de plata, nitrito de plata, acetilacetato de plata, lactato de plata, fluoruro de plata (II), fluoruro ácido de plata (I), permanganato de plata (I), metavanadato de plata, trifluoroacetato de plata, dicianargentato de potasio, benzoato de plata, arsenato de plata, bromato de plata, ciclohexanobutirato de plata, fluorosulfato de plata, hexafluoroantimoniato de plata (V), hexafluoroarseniato de plata (V), hexafluorofosfato de plata, fluoruro de plata (I), óxido de plata (I), per-renato de plata (I), seleniuro de plata (I), telururo de plata (I), yodato de plata, ortofosfato de plata, sulfuro de plata y tungstato de plata. Sales de plata adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de oro para proporcionar partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se usa una sal de oro, la sal de oro puede ser una o más de hidrato de cloruro de oro (III), hidrato de tetracloroaurato de hidrógeno (III), cloro (dimetilsulfuro) de oro (I), cloruro de oro (I), coloide de oro, cianuro de oro (I), yoduro de oro (I), sulfuro de oro (I), hidrato de bromuro de oro (III), cloruro de oro (III), cloruro de oro (III) trihidratado, hidróxido de oro (III), óxido de oro (III) hidratado, sulfuro de oro (III), dicianoaurato de potasio (I), cloruro de oro potásico (III) y tetracloroaurato de sodio (III) deshidratado. Sales de oro adecuadas adicionales serán fácilmente seleccionadas por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de cobre para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de cobre, se puede usar la forma cuprosa (cobre (I)) o la forma cúprica (cobre (II)). Las sales de cobre ilustrativas incluyen, pero no se limitan a, cloruro de cobre (I), cloruro de cobre (II), bromuro de cobre (I), bromuro de cobre (II), yoduro de cobre (I), yoduro de cobre (II), yoduro mercuríco de cobre, tetrayodomercurato (II) de cobre (I), tiocianato cuproso, sulfato de cobre (II), acetilacetato de cobre (II), tetraclorocuprato (II) de amonio dihidratado, óxido de cobre y aluminio, cromito de cobre, solución de sal de cobre y diamonio del ácido etilendiaminotetraacético, sal disódica y cobre (II) del ácido etilendiaminotetraacético, acetato de cobre (I), cianuro de cobre (I), óxido de cobre (I), seleniuro de cobre (I), sulfuro de cobre (I), telururo de cobre (I), tiofenolato de cobre (I), acetato de cobre (II), acetato de cobre (II) hidratado,

acetato de cobre (II) monohidrato, carbonato de cobre (II), hidróxido de cobre (II), molibdato de cobre (II), niobato de cobre (II), nitrato de cobre (II), selenuro de cobre (II), selenita de cobre (II) deshidratada, sulfato de cobre (II), sulfuro de cobre (II), telururo de cobre (II), sulfato de tris (etilendiamina) cobre (II), y sus combinaciones. Sales de cobre adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de aluminio para proporcionar partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se utiliza una sal de aluminio, la sal de aluminio puede ser, por ejemplo, una o más de acetato de aluminio, fosfato de aluminio monobásico, sulfato de aluminio, etóxido de aluminio, sulfato de aluminio y potasio, silicato de aluminio, acetato de aluminio, arseniuro de aluminio, bromuro de aluminio, cloruro de aluminio, cloruro de aluminio hidratado, fluoruro de aluminio, fluoruro de aluminio hidratado, fluoruro de aluminio trihidratado, hidróxido de aluminio, yoduro de aluminio, sulfuro de aluminio, nitrato de aluminio, tiocianato de aluminio, cloruro de aluminio y nitrito de aluminio. Sales de aluminio adecuadas adicionales serán fácilmente seleccionadas por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de platino para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas proporcionadas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de platino, la sal de platino puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de platino (II), cloruro de platino (IV), óxido de platino (IV), bromuro de platino (II), cloruro de platino (II), cianuro de platino (II), hexafluoroacetilacetato de platino (II), yoduro de platino (II), sulfuro de platino (IV) y nitrato de platino. Sales de platino adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de paladio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se utiliza una sal de paladio, la sal de paladio puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de paladio (II), trifluoroacetato de paladio (II), hidróxido de paladio, acetato de paladio (II), bromuro de paladio (II), cloruro de paladio (II), cianuro de paladio (II), hexafluoroacetilacetato de paladio (II), yoduro de paladio (II), nitrato de paladio (II) deshidratado, nitrato de paladio (II) hidratado, óxido de paladio (II), propionato de paladio (II), sulfato de paladio (II), sulfuro de paladio (II) y paladio sobre alúmina. Las sales de paladio adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de cobalto para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se usa una sal de cobalto, la sal de cobalto puede ser, por ejemplo, una o más de hexahidrato de sulfato amónico de cobalto (II), cloruro de cobalto, acetato de cobalto (II), acetato de cobalto (II) tetrahidratado, acetilacetato de cobalto (II), acetato de acetilacetato de cobalto (II), bromuro de cobalto (II), cloruro de cobalto (II), cloruro de cobalto (II) hexahidratado, cloruro de cobalto (II) hidratado, cianuro de cobalto (II) deshidratado, yoduro de cobalto (II), tiocianato de cobalto (II), nitrato de cobalto (II) hexahidratado y acetilacetato de cobalto (III). Sales de cobalto adecuadas adicionales se seleccionarán fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de cromo para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de cromo, la sal de cromo puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de cromo (III), acetato de cromo (II), cloruro de cromo (II), fluoruro de cromo (II), selenuro de cromo (II), hidróxido de acetato de cromo (III), hexahidrato de bromuro de cromo (III), cloruro de cromo (III), hexahidrato de cloruro de cromo (III), hidrato de cloruro de cromo (III), fluoruro de cromo (III), hidrato de sulfato de cromo (III), telururo de cromo (III), siliciuro de cromo y nitrato de cromo. Las sales de cromo adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de indio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se usa una sal de indio, la sal de indio puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de indio (III), antimoniuro de indio, bromuro de indio (I), cloruro de indio (I), yoduro de indio (I), cloruro de indio (II), acetato de indio (III), hidrato de acetato de indio (III), bromuro de indio (III), cloruro de indio (III), hidrato de cloruro de indio (III), tetrahidrato de cloruro de indio (III), fluoruro de indio (III), trihidrato de fluoruro de indio (III), hidróxido de indio (III), yoduro de indio (III), hidrato de nitrato de indio (III), hidrato de nitrato de indio (III), pentahidratado de nitrato de indio (III), nitruro de indio (III), óxido de indio (III), hidrato perclorato de indio (III), selenuro de indio (III), sulfato de indio (III), hidrato de sulfato de indio (III) y telururo de indio (III). Las sales de indio adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de níquel para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos en que se utiliza una sal de níquel, la sal de níquel puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de níquel (II), tetrahidrato de acetato de níquel (II), tetrahidrato de hidróxido carbonato de níquel (II), hidrato de octanoato de níquel (II), sulfuro de níquel, carbonato de níquel, bromuro de níquel (II), hidrato de bromuro de níquel (II), trihidrato de bromuro de níquel (II), hidrato básico de carbonato de níquel (II), cloruro de níquel (II), hexahidrato de cloruro de níquel (II), hidrato de cloruro de níquel (II),

ciclohexanobutirato de níquel (II), fluoruro de níquel (II), tetrahidrato de fluoruro de níquel (II), hidrato de hexafluoroacetilacetato de níquel (II), hidróxido de níquel (II), yoduro de níquel (II), molibdato de níquel (II), hexahidrato de nitrato de níquel (II), oxalato de níquel (II) deshidratado, óxido de níquel (II), hexahidrato de perclorato de níquel (II), hidrato de peróxido de níquel (II), fosforo de níquel (II), estearato de níquel (II), hexahidrato de sulfato de níquel (II), y níquel sobre sílice. Las sales de níquel adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de iridio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de iridio, la sal de iridio puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de iridio (III), hidrato de bromuro de iridio (III), cloruro de iridio (III), hidrato de cloruro de iridio (III), hidrato de clorhidrato de cloruro de iridio (III), hidrato de cloruro de iridio (IV), óxido de iridio (IV), hidrato de óxido de iridio (IV) y nitrato de iridio. Las sales de iridio adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de rodio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se utiliza una sal de rodio, la sal de rodio puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de rodio (III), dímero de acetato de rodio (II), dímero deshidratado de acetato de rodio (II), heptafluorobutirato de rodio (II), hexanoato de rodio (II), dímero de octanoato de rodio (II), dímero de trifluoroacetato de rodio (II), dímero de trimetilacetato de rodio (II), hidrato de bromuro de rodio (III), cloruro de rodio (III), hidrato de cloruro de rodio (III), hidrato de yoduro de rodio (III), hidrato de nitrato de rodio (III), óxido de rodio (III), hidrato de óxido de rodio (III), disolución de fosfato de rodio (III), dodecahidrato de hexaclororodato de sodio (III), solución de sulfato de rodio (III), rodio sobre alúmina activada, rodio sobre carbón activado, cloruro de tris (etilendiamina) rodio (III) y nitrato de tris (etilendiamina) rodio (III). Las sales de rodio adecuadas adicionales se seleccionarán fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de osmio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de osmio, la sal de osmio puede ser, por ejemplo, una o más de hidrato de cloruro de osmio (III), tetracloruro de osmio, tetróxido de osmio, tricloruro de osmio y nitrato de tetraosmio. Las sales de osmio adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de hierro para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de hierro, la sal de hierro puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de hierro (III), acetilacetato de hierro (II), ascorbato de hierro, hexahidrato de sulfato amónico de hierro (II), monohidrato tribásico de citrato de hierro (III), gluconato de hierro (II) deshidratado, pirofosfato de hierro (III), ftalocianina de hierro (II), cloruro de ftalocianina de hierro (III), citrato amónico de hierro (III), sulfato amónico de hierro (II), sulfato amónico de hierro (III), sulfato amónico de hierro (II) dodecahidratado, cloruro de hierro (III), bromuro de hierro (III), cloruro de hierro (III) hexahidratado, citrato férrico, fluoruro de hierro (III), nitrato de hierro (III) nonahidratado, óxido de hierro (III), fosfato de hierro (III), hidrato de sulfato de hierro (III), bromuro de hierro (II), cloruro de hierro (II), hidrato de fosfato de hierro (III), tetrahidrato de fosfato de hierro (III), hidrato de cloruro de hierro (II), cloruro de hierro (II) tetrahidratado, sulfato de etilendiamonio de hierro (II) tetrahidratado, fluoruro de hierro (II), hidrato de gluconato de hierro (II), yoduro de hierro (II), hidrato de lactato de hierro (II), oxalato de hierro (II) deshidratado, heptahidrato de sulfato ferroso, sulfuro de hierro (II), acetato de hierro (II), tetrahidrato de fluoruro de hierro (II), tetrahidrato de yoduro de hierro (II), molibdato de hierro (II), óxido de hierro (II), hidrato de perclorato de hierro (II), titanato de hierro (II), y ferrocianuro de hierro (III). Las sales de hierro adecuadas adicionales serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una sal de rutenio para producir partículas adecuadas para su uso en las tintas descritas en el presente documento. En los casos donde se usa una sal de rutenio, la sal de rutenio puede ser, por ejemplo, una o más de acetilacetato de rutenio (III), óxido de rutenio (IV), hexaclororrutenato de amonio (IV), cloruro de rutenio (III), rutenio sobre carbón activado, rutenio sobre alúmina, rutenio sobre carbono, bromuro de rutenio (III), hidrato de cloruro de rutenio (III), trihidrato de cloruro de rutenio (III), yoduro de rutenio (III), hidrato de cloruro de nitrosilo rutenio (III), solución de nitrato de nitrosilo rutenio (III), y óxido de rutenio (IV) hidratado. Las sales de rutenio adecuadas adicionales serán fácilmente seleccionadas por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el metal utilizado para proporcionar las partículas para su uso en las tintas descritas en el presente documento puede estar sin complejar o puede estar complejoado con uno o más ligandos. Por ejemplo, el metal puede estar complejoado con EDTA, etilendiamina, oxalato, 2,2'-bipiridina, ciclopentadieno, dietilentriammina, 2,4,6-trimetilfenilo, 1,10-fenantrolina, trietilentetramina u otros ligandos.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las tintas descritas en el presente documento pueden incluir dos o más partículas metálicas diferentes suspendidas en un sistema disolvente. Por ejemplo, una tinta ilustrativa puede incluir tanto partículas de plata protegidas terminalmente como partículas de oro protegidas terminalmente suspendidas cada

una en un sistema disolvente adecuado.

En ciertos ejemplos, el metal o sal metálica se puede disolver en uno o más de los sistemas disolventes para proporcionar una solución clara, pero no necesariamente incolora. Por ejemplo, se puede añadir una cantidad adecuada de metal o sal metálica a un disolvente o un sistema disolvente de manera que cuando el metal o la sal metálica entre en solución, la solución total sea clara. La solución global puede tener color o puede ser incolora. En ciertos ejemplos, la combinación de disolventes proporciona una sola fase. Para conseguir una sola fase cuando se usa un sistema disolvente, las cantidades de cada disolvente se pueden ajustar de manera que se produzca una sola fase cuando se mezclan los disolventes. Si estuviera presente más de una fase durante la mezcla, las cantidades relativas de uno o más de los disolventes se pueden alterar, por ejemplo, aumentar o disminuir, hasta que se observe una sola fase. Como alternativa, se puede añadir un tercer disolvente para aumentar la miscibilidad del primer y segundo disolventes.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas también se pueden producir añadiendo un agente de protección terminal a la sal metálica disuelta en el disolvente o sistema disolvente. El agente de protección terminal puede ser eficaz para aislar la partícula y limitar el tamaño de su crecimiento. En ciertos ejemplos, el agente de protección terminal es un agente de protección terminal de alto peso molecular, por ejemplo, tiene un peso molecular de al menos aproximadamente 100 g/mol. Los agentes de protección terminal ilustrativos incluyen, pero no se limitan a, aminas orgánicas que tienen aproximadamente 12 o más átomos de carbono. En ciertos ejemplos, la amina orgánica tiene al menos aproximadamente 16 átomos de carbono, por ejemplo, hexadecilamina. El resto orgánico de la amina puede estar saturado o insaturado y opcionalmente puede incluir otras funcionalidades tales como, por ejemplo, tioles, ácidos carboxílicos, polímeros y amidas. Otro grupo de agentes de protección terminal ilustrativos adecuados para su uso en los métodos descritos en la presente invención son tioles que tienen aproximadamente 12 o más átomos de carbono. En ciertos ejemplos, el tiol tiene al menos aproximadamente 6 átomos de carbono. El resto orgánico del tiol puede estar saturado o insaturado y puede incluir opcionalmente otras funcionalidades tales como, por ejemplo, pirrol y similares. Otro grupo de agentes de protección terminal adecuados para su uso es un agente coagulante basado en piridina tal como, por ejemplo, triazolopiridina, terpiridina y similares. Los agentes de protección terminal adecuados adicionales serán fácilmente seleccionados por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

En ciertos ejemplos donde se usa un agente de protección terminal, el agente de protección terminal se puede disolver en un disolvente o sistema disolvente adecuado antes de la adición a la solución metálica. Por ejemplo, el agente de protección terminal se puede disolver en un disolvente y la solución se puede mezclar con la solución metálica. En otros ejemplos, el agente de protección terminal se puede añadir como un sólido o un líquido directamente a la solución metálica sin disolución previa en un disolvente. El agente de protección terminal se puede añadir, por ejemplo, en etapas incrementales o se puede añadir en una sola etapa.

De acuerdo con ciertos ejemplos, la cantidad de agente de protección terminal añadido a la solución metálica puede variar dependiendo de las propiedades deseadas de las partículas protegidas terminalmente resultantes. En algunos ejemplos, se añade una cantidad adecuada de agente de protección terminal para proporcionar al menos aproximadamente el 2 % en peso de agente de protección terminal en las partículas protegidas terminalmente. Se reconocerá por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción, que puede ser deseable usar más o menos agente de protección terminal dependiendo de las propiedades deseadas de las partículas y/o de las propiedades deseadas de la tinta. Por ejemplo, para aumentar la conductividad de partículas dispuestas sobre un sustrato, por ejemplo, una placa de circuito impreso, puede ser deseable ajustar la cantidad de agente de protección terminal hasta que la conductividad se optimice o caiga dentro de un intervalo deseado. Estará dentro de la capacidad de la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción, seleccionar cantidades adecuadas de agente de protección terminal.

En ciertos ejemplos, cuando se mezcla un agente de protección terminal (o una solución de agente de protección terminal) y la solución de sal metálica, se produce o queda una sola fase. En una forma de realización alternativa, la solución de sal metálica puede ser una sola fase antes de la adición de la solución de agente de protección terminal o de agente de protección terminal y, una vez añadida la solución de agente de protección terminal o de agente de protección terminal, queda una sola fase. Las formas de realización adicionales donde se mezclan una solución metálica y un agente de protección terminal para proporcionar una sola fase serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

En ciertos ejemplos, el agente de protección terminal y la solución metálica se pueden mezclar usando técnicas convencionales tales como mezcla, sonicación, agitación, vibración, o similares. En algunos ejemplos, el agente de protección terminal se añade a la solución metálica mientras se está agitando la disolución metálica. En ciertos ejemplos, la mezcla de agente de protección terminal y solución metálica se puede agitar hasta que se obtiene una solución de una sola fase clara y/o incolora.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas también se pueden producir añadiendo un agente reductor a la solución de agente de protección terminal del metal. Los agentes reductores adecuados incluyen agentes que pueden convertir los iones metálicos disueltos en la solución en partículas metálicas que, bajo condiciones

seleccionadas, precipitarán en solución. Los agentes reductores ilustrativos incluyen, pero no se limitan a, borohidruro de sodio, hidruro de litio y aluminio, cianoborohidruro de sodio, borohidruro de potasio, triacetoxiborohidruro de sodio, dietildidridoaluminato sódico, tri- o terc-butoxidridoaluminato de sodio, bis (2-metoxietoxi) dihidridoaluminato de sodio, hidruro de litio, hidruro de calcio, hidruro de titanio, hidruro de circonio, dihidruro de diisobutilaluminio (DIBAL-H), dimetilsulfuro de borano, ion ferroso, formaldehído, ácido fórmico, hidrazinas, hidrógeno gaseoso, isopropanol, fenilsilano, polimetilhidrosiloxano, ferricianuro de potasio, silanos, amalgama de sodio, sodio (sólido), potasio (sólido), ditionito de sodio, ion estannoso, compuestos de sulfito, hidruros de estaño, trifenilfosfina y la amalgama de zinc-mercurio. La cantidad exacta de agente reductor añadido a la solución de agente de protección terminal del metal puede variar, pero normalmente el agente reductor se añade en exceso de modo que sustancialmente todo el metal disuelto se convierte de un estado cargado a un estado no cargado, por ejemplo, Ag^{+1} se convierte a Ag^0 .

En algunos ejemplos, el agente reductor se disuelve en un disolvente antes de la adición a la solución de agente de protección terminal del metal, mientras que en otros ejemplos, el agente reductor se añade a la solución de agente de protección terminal del metal sin disolución previa. Cuando se usa un disolvente para disolver el agente reductor, el disolvente preferentemente es no reactivo de manera que el disolvente no se altere o cambie por el agente reductor. Los disolventes ilustrativos para su uso con el agente reductor incluyen, pero no se limitan a, tetrahidrofurano (THF), N,N-dimetilformamida (DMF), etanol, tolueno, heptano, octano y disolventes que tienen seis o más átomos de carbono. El experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción, podrá seleccionar un disolvente adecuado para disolver el agente reductor.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el agente reductor y la solución de agente de protección terminal del metal pueden mezclarse o agitarse durante un tiempo suficiente para permitir la reacción del agente reductor con el metal. En algunos ejemplos, la agitación se puede realizar a temperatura ambiente, mientras que en otros ejemplos la agitación o mezcla se realiza a una temperatura elevada, por ejemplo, de aproximadamente 30 °C a aproximadamente 70 °C, para acelerar el proceso de reducción. Cuando se usa una temperatura elevada, es deseable mantener la temperatura por debajo del punto de ebullición del disolvente o sistema disolvente para reducir la probabilidad de evaporación del disolvente, aunque en algunos ejemplos, puede ser deseable reducir el volumen total del disolvente.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas también se pueden producir aislando las partículas metálicas protegidas terminalmente de la solución monofásica. El aislamiento puede ocurrir, por ejemplo, por decantación, centrifugación, filtración, tamizado o adición de otro líquido donde las partículas metálicas protegidas terminalmente son insolubles, por ejemplo, extracción. Por ejemplo, se puede añadir un líquido, tal como metanol, acetona, agua o un líquido polar, a una solución orgánica obtenida por adición de sal metálica, agente de protección terminal y agente reductor a un disolvente orgánico o un sistema disolvente orgánico. En ciertos ejemplos, se pueden añadir múltiples adiciones separadas del líquido de extracción a la solución para eliminar las partículas metálicas protegidas terminalmente. Por ejemplo, se puede añadir una primera cantidad de líquido de extracción para eliminar algunas de las partículas metálicas. Esta primera cantidad de líquido de extracción entonces puede retirarse, decantarse o separarse de otra manera de la solución orgánica, y se pueden añadir cantidades adicionales del líquido de extracción a la solución orgánica. La cantidad exacta de líquido de extracción utilizada para aislar las partículas metálicas puede variar dependiendo del volumen de disolvente utilizado para producir las partículas metálicas protegidas terminalmente. En algunos ejemplos, se utilizan aproximadamente de dos a cuatro veces o más de disolvente para extraer las partículas metálicas protegidas terminalmente, por ejemplo, si las partículas metálicas se producen en aproximadamente cinco litros de disolvente, entonces se pueden usar aproximadamente 20 litros o más de líquido de extracción. Dentro de la capacidad de la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción, estará seleccionar disolventes y cantidades adecuados de disolventes adecuados.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas protegidas terminalmente pueden separarse del líquido de extracción utilizando técnicas convencionales tales como decantación, centrifugación, filtración y similares. En algunos ejemplos, el líquido de extracción puede evaporarse dejando las partículas protegidas terminalmente. Las partículas protegidas terminalmente se pueden lavar, dimensionar, calentar o tratar de otro modo antes, durante o después de la separación del líquido de extracción. En ciertas formas de realización, el líquido de extracción se puede usar, opcionalmente junto con uno o más disolventes, como fluido portador para proporcionar una tinta, como se describe con más detalle en el presente documento.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas protegidas terminalmente se pueden secar para eliminar cualquier líquido residual. Por ejemplo, las partículas protegidas terminalmente se pueden secar en un horno, se pueden secar usando vacío, o se pueden someter a liofilización para eliminar de otro modo cualquier líquido y/o disolvente de extracción residual. Las partículas secas y protegidas terminalmente se pueden almacenar a temperatura ambiente opcionalmente en un recipiente sellado para impedir la entrada de humedad.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas protegidas terminalmente se pueden procesar para eliminar el agente de protección terminal antes del uso de las partículas en una tinta. El agente de protección terminal normalmente permanece sobre la superficie de las partículas después de la reacción, pero la presencia de un agente de protección terminal puede ser indeseable. Por ejemplo, cuando es deseable utilizar partículas con el nivel

más bajo de contaminación orgánica posible, sería ventajoso eliminar el agente de revestimiento de las partículas protegidas terminalmente. En ciertas formas de realización, las partículas protegidas terminalmente se pueden procesar hasta que el nivel de agente de revestimiento se reduzca por debajo de aproximadamente el 2 % en peso, más en particular se reduzca por debajo de aproximadamente el 1 % en peso, por ejemplo, el agente de revestimiento está presente en menos del 0,5 % o 0,1 % por peso.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas descritas en el presente documento se pueden utilizar para proporcionar aleaciones. En ciertos ejemplos, las partículas protegidas terminalmente descritas en el presente documento se pueden usar para proporcionar una estructura de núcleo-envuelta donde el metal de la partícula protegida terminalmente actúa como envuelta y otro metal o aleación metálica actuaría como núcleo. Por ejemplo, se puede usar una aleación de estaño-cobre como núcleo y se pueden usar partículas de plata (protegidas terminalmente o sin proteger terminalmente) como envuelta para proporcionar un tipo de aleación SAC, por ejemplo, una aleación nano-SAC. El proceso exacto utilizado para producir la aleación puede variar y, en ciertos ejemplos, la aleación se puede producir disolviendo iones de otros metales, por ejemplo, Sn^{2+} , Cu^{2+} , etc., en una dispersión de partículas de plata sin proteger terminalmente. La mezcla se puede someter a reducción u otras etapas para producir una aleación que tiene propiedades seleccionadas. En ciertos ejemplos, las aleaciones se pueden poner en un sistema disolvente adecuado para proporcionar una tinta adecuada para su uso en aplicaciones de impresión, por ejemplo, aplicaciones de impresión por inyección de tinta.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las partículas producidas se pueden disolver en un sistema disolvente para proporcionar propiedades seleccionadas, por ejemplo, una viscosidad y tensión superficial adecuadas, de tal manera que las partículas se puedan imprimir sobre un sustrato usando impresión por inyección de tinta. En ciertos ejemplos, se dispersa una cantidad seleccionada de partículas en un soporte para proporcionar una tinta. La cantidad exacta de las partículas seleccionadas puede variar, y normalmente se usa una cantidad adecuada de partículas (ya sea protegidas terminalmente o sin proteger) para proporcionar una dispersión que incluye aproximadamente del 5 por ciento en peso de partículas hasta aproximadamente el 60 por ciento en peso de partículas, más en particular aproximadamente el 5-30 por ciento en peso de partículas, por ejemplo, aproximadamente el 20-25 por ciento en peso de partículas. En formas de realización donde se usan partículas protegidas terminalmente, la cantidad de partículas protegidas terminalmente usadas se puede alterar para tener en cuenta el peso adicional añadido por el agente de protección terminal. En otros ejemplos, se utiliza una cantidad suficiente de partículas para proporcionar una viscosidad deseada para la dispersión. Por ejemplo, la viscosidad de la dispersión puede variar dependiendo del método o dispositivos donde se vaya a usar la tinta. En ejemplos donde se pretende utilizar la tinta para aplicaciones de revestimiento por centrifugación, se puede seleccionar una cantidad suficiente de partículas para proporcionar una viscosidad de tinta de aproximadamente 0,25 mPa·s a aproximadamente 2 mPa·s, más en particular de aproximadamente 0,5 mPa·s a aproximadamente 1,5 mPa·s, por ejemplo, de aproximadamente 1 mPa·s. En los ejemplos donde la tinta se pretende utilizar en aplicaciones de impresión por inyección de tinta, se puede seleccionar una cantidad suficiente de partículas para proporcionar una viscosidad de la tinta de aproximadamente 5 mPa·s a aproximadamente 20 mPa·s, más en particular aproximadamente de 7 mPa·s a aproximadamente 15 mPa·s, 8-10 u 8-9 mPa·s. De manera similar, cuando se pretende que la tinta se utilice en aplicaciones de revestimiento por centrifugación, se puede seleccionar una cantidad suficiente de partículas para proporcionar una tensión superficial de aproximadamente 18 dinas/cm a aproximadamente 32 dinas/cm, más en particular de aproximadamente 20 dinas/cm a aproximadamente 28 dinas/cm, por ejemplo, de aproximadamente 24 dinas/cm. En los ejemplos donde se pretende que la tinta se utilice en aplicaciones de impresión por inyección de tinta, se puede seleccionar una cantidad suficiente de partículas para proporcionar una viscosidad de tinta de aproximadamente 4 mPa·s a aproximadamente 50 mPa·s, más en particular de aproximadamente 8 mPa·s a aproximadamente 15 mPa·s, por ejemplo, de aproximadamente 10 mPa·s. Dentro de la capacidad de la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción, estará seleccionar sistemas solventes adecuados para impartir una propiedad deseada a una tinta.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el portador de la tinta puede ser uno o más de los sistemas disolventes descritos en el presente documento que pueden dispersar eficazmente las partículas de una manera seleccionada, por ejemplo, revestimiento por centrifugación, impresión por inyección de tinta, impresión en pasta, etc. En ciertos ejemplos, el portador es un sistema disolvente que incluye un primer componente y un segundo componente. En ciertos ejemplos, la constante dieléctrica del primer componente es menor que la del segundo componente. En algunos ejemplos, el primer componente es sustancialmente no polar con una constante dieléctrica a 20 °C que es menor que aproximadamente 4, más en particular menor que aproximadamente 3 o menor que aproximadamente 2. En ciertos ejemplos, el segundo componente tiene una constante dieléctrica que preferentemente es mayor que aproximadamente 2, más preferentemente mayor que aproximadamente 3 o aproximadamente 4, con la condición de que la constante dieléctrica del segundo componente normalmente sea mayor que la del primer componente.

En ciertos ejemplos, el primer componente se puede seleccionar para proporcionar la dispersión de las partículas. El segundo componente se puede seleccionar para proporcionar la capacidad de ajustar la viscosidad y la tensión superficial de la dispersión. También se pueden usar modificadores de la viscosidad que se disuelven en uno o ambos componentes del primer componente y el segundo componente. Por ejemplo, los modificadores de viscosidad típicos que se pueden usar incluyen, pero no se limitan a, etilenglicol, propilenglicol u otros polioles. Al calentarse, los glicoles deben descomponerse fácilmente y evaporarse sin comprometer la conductividad del

producto final.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el sistema disolvente puede incluir al menos dos disolventes, con un disolvente que es una molécula sustancialmente no polar, por ejemplo, un hidrocarburo, y el segundo disolvente que es un disolvente que es más polar que el primer disolvente. En los ejemplos donde se utiliza un disolvente hidrocarbonado, el hidrocarburo puede ser saturado o insaturado, puede ser de cadena lineal, ramificado, cíclico o adoptar otras formas. El disolvente también puede ser un hidrocarburo sustituido, por ejemplo, un halocarbono, o puede ser un éter (lineal o cíclico), un furano u otro hidrocarburo sustituido que es sustancialmente no polar. En algunos ejemplos, la molécula sustancialmente no polar del primer disolvente puede ser benceno, tolueno, xileno, mesitileno o un hidrocarburo cíclico que puede incluir, por ejemplo, uno o más grupos fenilo o hidrocarburos cíclicos saturados o insaturados. Disolventes adicionales para su uso como primer componente de los sistemas disolventes descritos en el presente documento serán fácilmente seleccionados por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el sistema disolvente también puede incluir un segundo componente que es más polar que el primer componente. El segundo componente puede ser un disolvente que incluye al menos un grupo hidroxilo, amino, sulfo, nitrilo, carboxi u otro grupo. En algunos ejemplos, el segundo disolvente puede ser un alcohol tal como, por ejemplo, metanol, etanol, 2-metoxietanol, propanol, isopropanol, butanol, 2-butanol, pentanol, hexanol, heptanol, octanol o terpeniol. En otros ejemplos, el segundo disolvente puede incluir un alcohol cíclico, tal como ciclohexanol. En algunos ejemplos, el segundo disolvente puede ser una cetona tal como, por ejemplo, acetona, metiletilcetona, metilisoamilcetona o metilisobutilcetona. En otros ejemplos más, el segundo disolvente puede incluir una amina, un grupo amida o un grupo carboxilo opcionalmente con uno o más grupos hidroxilo. En otros ejemplos, el segundo disolvente puede incluir uno o más grupos -SH opcionalmente con uno o más grupos hidroxilo. En ciertos ejemplos, el segundo disolvente puede ser dimetilformamida, dimetilsulfóxido, N,N-dimetilacetamida, acetato de etilo, N-metil-2-pirrolidona, piridina, tetrametilurea, ácido acético o agua. Disolventes adicionales para su uso como segundo componente de los sistemas disolventes descritos en el presente documento serán fácilmente seleccionados por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

En ciertos ejemplos, el sistema disolvente puede incluir una mezcla del primer componente y del segundo componente en cualquier relación deseada. En ciertos ejemplos, las cantidades del primer componente y del segundo componente que se utilizan se seleccionan para proporcionar una viscosidad de la tinta de aproximadamente 10-12 mPa·s a una temperatura de impresión. En otros ejemplos, las cantidades del primer componente y el segundo componente que se usan se seleccionan para proporcionar una tinta que tiene una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm. Las relaciones ilustrativas del primer componente:segundo componente son 4:1, 3:1, 2:1, 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, y cualquier relación entre estas relaciones.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el sistema disolvente puede incluir tres o más disolventes. La relación exacta de los disolventes utilizados normalmente depende de las propiedades deseadas de la tinta. En ciertas configuraciones, las relaciones del disolvente se seleccionan para proporcionar una tinta que es susceptible de disposición utilizando aplicaciones de impresión por inyección de tinta. En algunos ejemplos, las relaciones de los disolventes se seleccionan para proporcionar una viscosidad de aproximadamente 10-12 mPa·s y/o una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm. Dentro de la capacidad de la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción, estará seleccionando relaciones adecuadas de disolventes para su uso en un sistema disolvente que incluye tres o más disolventes.

De acuerdo con ciertas formas de realización, se puede seleccionar un sistema disolvente de tal manera que una tinta usada para producir un patrón conductor de alta relación de aspecto tenga una viscosidad de aproximadamente 10-12 mPa·s a una temperatura de impresión. Las tintas que incluyen una viscosidad de aproximadamente 10-12 mPa·s son especialmente útiles en aplicaciones de impresión por inyección de tinta, tales como las que utilizan, por ejemplo, cabezales de impresión piezoeléctricos de Spectra o Xaar. En algunos ejemplos, la tinta puede incluir partículas metálicas protegidas terminalmente suspendidas en un sistema disolvente adecuado, por ejemplo, una mezcla de tolueno, terpeniol y opcionalmente xileno, para proporcionar una viscosidad de aproximadamente 10-12 mPa·s. En ciertos ejemplos, la tinta puede incluir partículas de plata protegidas terminalmente, partículas de oro protegidas terminalmente o mezclas de las mismas.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede seleccionar un sistema disolvente de modo que una tinta usada para producir un patrón conductor de alta relación de aspecto tenga una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm a una temperatura de impresión. Las tintas que incluyen una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm son especialmente útiles en aplicaciones de impresión por inyección de tinta, tales como las que utilizan, por ejemplo, cabezales de impresión piezoeléctricos de Spectra o Xaar. En algunos ejemplos, la tinta puede incluir partículas metálicas protegidas terminalmente suspendidas en un sistema disolvente adecuado, por ejemplo, una mezcla de tolueno, terpeniol y opcionalmente xileno, para proporcionar una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm. En ciertos ejemplos, la tinta puede incluir partículas de plata protegidas terminalmente, partículas de oro protegidas terminalmente, o mezclas de las mismas.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las tintas descritas en el presente documento pueden tener tanto una viscosidad

de aproximadamente 10-12 mPa·s como una tensión superficial de aproximadamente 30-32 dinas/cm. Para conseguir ambas propiedades, se pueden ajustar las cantidades relativas de los componentes en el sistema disolvente. Además, pueden utilizarse partículas metálicas más o menos protegidas terminalmente para conseguir una viscosidad deseada y una tensión superficial deseada para la tinta. El experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción, podrá ajustar las cantidades de partículas metálicas protegidas terminalmente y los componentes en un sistema disolvente para conseguir las propiedades físicas deseadas.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se puede usar una tinta que está finamente dispersa y es estable a una temperatura de impresión para producir un patrón conductor de alta relación de aspecto. En ciertos ejemplos, la estabilidad se puede evaluar determinando si las partículas metálicas protegidas terminalmente precipitan en solución. Se desea que las partículas metálicas protegidas terminalmente se suspendan en el sistema disolvente para facilitar la transferencia de las partículas metálicas protegidas terminalmente a un sustrato durante la impresión. Una precipitación sustancial de las partículas metálicas protegidas terminalmente puede dar como resultado una mala transferencia de material de la impresora al sustrato. Para aumentar la estabilidad de la tinta, pueden añadirse uno o más dispersantes a la tinta. Los dispersantes ilustrativos incluyen, pero no se limitan a, Solsperse 17000, 20000 y 39000 de Noveox Corp o Disperbyk 112, 117, 1250 de BYK.

De acuerdo con ciertos ejemplos, la tinta se puede procesar antes de su uso. En ciertas formas de realización, la tinta se puede mezclar con colorantes, otras tintas u otros materiales antes de su uso. En otras formas de realización, la tinta se puede calentar, tamizar, filtrar o similar antes de su uso. En ciertos ejemplos, las partículas se pueden calentar, tamizar, filtrar o similares antes de su disposición en un sistema disolvente para proporcionar una tinta. En ciertas formas de realización que emplean las partículas protegidas terminalmente descritas en el presente documento, el calentamiento permite que las partículas se unan y formen líneas o patrones altamente conductores que se pueden usar, por ejemplo, en circuitos, placas de circuitos impresos y similares. Otras formas de realización adicionales para disponer tintas sobre un sustrato para crear un patrón deseado serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción. Los usos ilustrativos de los artículos producidos usando las tintas descritas en el presente documento incluyen, pero no se limitan a, circuitos eléctricos impresos, antenas de identificación por radiofrecuencia (RFID), cables de células solares, interconexión de células solares, electrodos de baterías y superficies y espejos reflectantes.

De acuerdo con ciertos ejemplos, el tipo y la naturaleza del sustrato dependen, al menos en parte, del dispositivo deseado que se va a producir. Por ejemplo, en la aplicación donde se produce una placa de circuito impreso, el sustrato puede ser uno o más preimpregnados curados o no curados. Los sustratos pueden estar fabricados de materiales diferentes, incluyendo pero no limitado a, silicio tradicional y también sustratos poliméricos tales como, por ejemplo, polietileno, polipropileno, poliimida y poliéster. Estos sustratos son relativamente baratos de fabricar y proporcionan una buena adhesión de componentes electrónicos. El sustrato puede incluir fibras de refuerzo o barbas, puede incluir gafas, aditivos, espumas, retardantes de llama y otros materiales para impartir propiedades deseadas al sustrato.

En las formas de realización donde una tinta se somete a calentamiento, el calentamiento normalmente se lleva a cabo usando una placa caliente, horno (horno de convección a alta temperatura, horno de reflujo, horno IR, etc.), calentamiento por láser u otros métodos y dispositivos que pueden aumentar la temperatura de la dispersión de partículas o la tinta. En ciertos ejemplos, la tinta se puede calentar hasta al menos aproximadamente 250 °C durante 10-60 segundos, por ejemplo, 250 °C durante 30 segundos. En otros ejemplos, se puede realizar un calentamiento secuencial de tal manera que la tinta se calienta a una primera temperatura durante un tiempo seleccionado seguido de calentamiento a una segunda temperatura durante un tiempo seleccionado. Por ejemplo, la tinta se puede calentar a aproximadamente 110-130 °C durante 10-30 segundos, por ejemplo, a 120 °C durante 20 segundos, seguido de una segunda etapa de calentamiento a 250-300 °C durante 10-60 segundos, por ejemplo, 280 °C durante 20 segundos. Después del calentamiento, las partículas y las tintas se pueden someter a otras etapas de procesamiento.

De acuerdo con ciertos ejemplos, las tintas descritas en el presente documento se pueden usar junto con un aparato adecuado para la eliminación de las tintas. Aunque el método exacto usado para disponer la tinta sobre un sustrato no es crítico, se puede usar un dispositivo de impresión sin impacto, tal como, por ejemplo, una impresora de inyección de tinta, para imprimir la tinta sobre un sustrato. En formas de realización donde se usa una impresora de inyección de tinta, la impresora de inyección de tinta incluye un depósito o cartucho de tinta que retiene la tinta. El cartucho de tinta está en comunicación fluida con un cabezal de impresión, que normalmente incluye una serie de boquillas que pulverizan la tinta sobre el sustrato. La impresora de inyección de tinta también puede incluir un motor adecuado para mover el cabezal de impresión a una posición deseada. Una o más correas o cadenas pueden conectar el motor al cabezal de impresión. La impresora de inyección de tinta puede incluir barras estabilizadoras o soportes para estabilizar el calor de impresión durante el proceso de impresión. Las impresoras de inyección de tinta ilustrativas adecuadas para su uso incluyen, pero no se limitan a, aquellas que utilizan o están configuradas para utilizar cabezales de impresión piezoeléctricos de Spectra o Xaar. Otras impresoras de inyección de tinta adecuadas serán seleccionadas fácilmente por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción.

En ciertas formas de realización, se proporciona uno o más dispositivos que incluyen al menos una línea o patrón

conductor producido utilizando los métodos descritos en el presente documento. En ciertos ejemplos, el dispositivo puede ser una rejilla conductora en una célula solar, una pantalla de plasma, una placa de circuito impreso, una interconexión de células solares, un circuito electrónico u otros dispositivos que podrían beneficiarse de líneas o patrones conductores altamente definidos.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se describe una placa de circuito impreso que comprende un sustrato dieléctrico y que tiene al menos un patrón conductor de alta relación de aspecto dispuesto sobre el sustrato dieléctrico. En ciertos ejemplos, una placa de circuito impreso comprende un sustrato dieléctrico que tiene un conductor eléctrico, por ejemplo, una capa de cableado, en una o ambas superficies. Cualquier parte o partes del conductor pueden incluir un patrón conductor de alta relación de aspecto. En ciertos ejemplos, el conductor eléctrico puede estar conformado para que tenga un patrón predeterminado, con alguna parte, o la totalidad, del conductor eléctrico que se forma usando los métodos descritos en el presente documento. En los ejemplos que emplean múltiples conductores eléctricos, los conductores pueden estar conectados eléctricamente entre sí. En algunos ejemplos, el sustrato dieléctrico comprende una tela de vidrio o una tela de vidrio no tejida tal como, por ejemplo, tejidos de vidrio y tejidos de vidrio no tejidos ilustrativos descritos en el presente documento.

De acuerdo con ciertos ejemplos, un patrón conductor de alta relación de aspecto descrito en el presente documento se puede disponer en uno o más preimpregnados. Un preimpregnado normalmente incluye un sustrato (por ejemplo, un sustrato fibroso tejido o no tejido) tal como vidrio, cuarzo, poliéster, poliamida, polipropileno, celulosa, fibras de nailon o acrílicas, cinta unidireccional de baja constante dieléctrica o tela tejida o tela no tejida de fibras de interenlazado. Las fibras de baja constante dieléctrica adecuadas incluyen fibras de alta resistencia, tales como fibras de vidrio, fibras cerámicas y fibras de aramida, que están disponibles en el mercado. En ciertos ejemplos, las fibras preimpregnadas pueden tener una orientación consistente de las fibras. El preimpregnado puede estar impregnado con una composición, tal como un retardante de llama, y dichos preimpregnados se pueden curar por aplicación de calor y presión. El preimpregnado se puede curar antes de la disposición de un patrón conductor de alta relación, o se puede disponer después de la disposición de un patrón conductor de alta relación. En ciertos casos, puede ser deseable no curar el preimpregnado. Con referencia ahora a la figura 5, el preimpregnado 500 comprende un sustrato generalmente plano 510 con un patrón conductor 520 de alta relación de aspecto dispuesto sobre o en el sustrato 510. En la Fig. 5, el patrón conductor de alta relación de aspecto 520 se muestra como una línea, aunque según se discute en el presente documento, se pueden conseguir otras formas y configuraciones, tales como un patrón conductor semicircular 530 de alta relación de aspecto. El espesor del sustrato 510 puede variar, y en ciertos ejemplos, el sustrato tiene un espesor de aproximadamente 1 milésima de pulgada (25,4 μm) a aproximadamente 15 milésimas de pulgada (381 μm), más en particular, de aproximadamente 1 milésima de pulgada (25,4 μm) a aproximadamente 10 milésimas de pulgada (254 μm) de espesor, por ejemplo, aproximadamente 2-9, 3-8, 4-7 o 5-6 milésimas de pulgada de espesor (50,8-228, 76,2-203, 102-178 o 127-152 μm). Dentro de la capacidad de la persona experta en la técnica, dado el beneficio de esta descripción, estará seleccionar espesores adecuados para sustratos preimpregnados.

De acuerdo con ciertos ejemplos, los patrones conductores 520 y 530 se pueden disponer sobre el sustrato 510 usando cualquiera de los métodos descritos en el presente documento. En ciertos ejemplos, los patrones conductores se pueden disponer usando impresión por inyección de tinta u otros dispositivos y métodos adecuados.

De acuerdo con ciertos ejemplos, se proporciona una placa de circuito impreso que comprende una o más de las composiciones descritas en el presente documento. Ejemplos de placas de circuito impreso incluyen un sustrato dieléctrico que tiene una capa eléctricamente conductora, por ejemplo, una capa de cableado, en una o más superficies. En algunos ejemplos, la capa eléctricamente conductora está formada para tener un patrón predeterminado. En los ejemplos que utilizan múltiples capas eléctricamente conductoras, las capas pueden estar conectadas eléctricamente entre sí. La naturaleza exacta del sustrato dieléctrico puede variar, y los materiales ejemplares para sustratos dieléctricos incluyen, pero no se limitan a, tejidos de vidrio, tejidos y no tejidos, y otros materiales adecuados que pueden recibir una o más de las composiciones descritas en el presente documento.

A continuación se describen varios ejemplos específicos para facilitar una mejor comprensión de la tecnología descrita en el presente documento. En todos los ejemplos descritos a continuación, a menos que se indique lo contrario, todas las formulaciones se molieron en bolas durante 48 horas y proporcionaron una dispersión estable de partículas durante semanas sin precipitación visible.

Ejemplo 1

Se preparó un lote de partículas de plata añadiendo 108 gramos de nitrato de plata a 200 milímetros (ml) de etilenglicol para proporcionar una concentración de nitrato de plata de 3,2 moles/litro. Toda la solución de 200 ml se añadió a 1500 ml de etanol a la que se añadieron 2750 ml de tolueno para obtener una mezcla de una sola fase (proporcionó una mezcla 1:1,83 de etanol:tolueno).

En una primera reacción, se añadieron 318,7 gramos de hexadecilamina a la mezcla monofásica, y después de la agitación quedó una sola fase. A esta solución transparente, se añadieron gota a gota 250 ml de una solución de borohidruro de sodio en N,N-dimetilformamida (11,349 gramos de borohidruro de sodio disueltos en 250 ml de N,N-

dimetilformamida) como agente reductor para formar una solución de color pardo amarillento oscuro de aproximadamente 4,7 litros en volumen. La mezcla de reacción se dejó agitar durante 30 minutos a aproximadamente 22 °C y las partículas de plata protegidas terminalmente se extrajeron añadiendo 20 l de metanol o 20 l de acetona. Las partículas protegidas terminalmente se eliminaron con un embudo de separación seguido de

centrifugación a 500 rpm durante 30 minutos usando una centrífuga Rousselet Robatel® RC 20. Las partículas protegidas terminalmente se secaron en vacío para obtener un polvo suelto de partículas de plata nanocristalinas protegidas terminalmente que tenían aproximadamente el 18 % de hexadecilamina.

En una segunda reacción, se añadieron 24 gramos de dodecilamina a la mezcla monofásica y después de la agitación quedó una sola fase. A esta disolución transparente se le añadieron gota a gota 250 ml de una solución de borohidruro de sodio en N,N-dimetilformamida (11,349 gramos de borohidruro sódico disuelto en 250 ml de N,N-dimetilformamida) como agente reductor para formar una disolución de color pardo amarillento oscuro de aproximadamente 4,7 litros en volumen. La mezcla de reacción se dejó agitar durante 30 minutos a aproximadamente 22 °C y las partículas de plata protegidas terminalmente se extrajeron añadiendo 20 l de metanol o 20 l de acetona. Las partículas protegidas terminalmente se retiraron mediante un embudo separador seguido de centrifugación a 500 rpm durante 30 minutos en una centrífuga Rousselet Robatel® RC 20. Las partículas protegidas terminalmente se secaron en vacío para obtener un polvo suelto de partículas de plata nanocristalinas protegidas terminalmente que tenían aproximadamente el 18 % de hexadecilamina.

Cada una de las muestras de partículas protegidas terminalmente se dispersó en tolueno, y se observó una clara absorción a 409-416 nm usando un espectrofotómetro UV-Visible de Hewlett-Packard® (Modelo HP8452A) y una cubeta desechable de una longitud de trayectoria de 1 cm. Una absorbancia a 409-416 nm de absorción es típica de la plata nanocristalina.

Ejemplo 2

Dependiendo de las aplicaciones para las cuales están previstas las partículas metálicas, se pueden usar diferentes velocidades de carga. Se han utilizado las siguientes velocidades de carga para producir partículas. Entre paréntesis se encuentra el líquido utilizado para extraer las partículas metálicas de la solución monofásica.

Muestra	Porcentaje de carga (%)
Ag-HDA (metanol ppt)	18,69
Ag- HDA (Acetona ppt)	2,63
Ag-DDA (Metanol ppt)	7,35
Ag-DDA (acetona ppt)	2,50

Ejemplo 3

Las partículas protegidas terminalmente se produjeron usando el protocolo descrito en el Ejemplo 1 y con velocidades de carga variables de hexadecilamina. Se produjeron partículas que tenían el 18 % en peso de hexadecilamina o el 8 % de hexadecilamina. Se analizó un polvo comercial (70 nm de tamaño) disponible en el mercado En Sigma-Aldrich y un polvo de 40 nm (tipo 3) disponible de un proveedor industrial (Nanodynamics, Inc. de Buffalo, NY) junto con las dos muestras de partículas.

La figura 5 muestra el análisis termogravimétrico de tres películas delgadas diferentes producidas usando los tres materiales. El material de tipo 1 se recubrió con HDA al 18 %, el tipo 2 se recubrió con HDA al 8 % y el tipo 3 era el polvo disponible en el mercado con el 2 % de un revestimiento orgánico. Se prepararon tres tintas de plata diferentes mezclando o dispersando uno de los materiales seleccionados en tolueno (aproximadamente el 6 % en peso de solución). Se hicieron películas delgadas sobre vidrio por revestimiento por centrifugado de las tintas en condiciones similares. Los sustratos de vidrio con películas húmedas se calentaron entonces a 200 °C durante 100 segundos. Al calentar HDA y el disolvente se descompone y se evapora para proporcionar una superficie de partículas de plata. Dichas partículas se fusionaron fácil y completamente y la tinta compuesta de partículas de plata con un 18 % de revestimiento de HDA produjo finas películas plateadas y brillantes. Ambas tintas fueron fabricadas con nanopolvente de plata con un revestimiento de HDA de solo el 8 % y fabricadas con películas grisáceas oscuras y sueltas producidas comercialmente.

La conductividad de las películas se midió mediante un medidor de sonda convencional de 4 puntos (Lucas Labs modelo Pro4). Las películas fabricadas con nanopolvente recubierto con HDA al 18 % produjeron películas altamente conductoras con una conductividad en el intervalo de $30\text{-}40 \times 10^4$ S/cm, que era solo ligeramente inferior a la conductividad de la plata en bruto ($\sim 62 \times 10^4$ S/cm). Las películas también tenían una adhesión muy buena al sustrato de vidrio y pasaron fácilmente las pruebas de cinta adhesiva y rayado usadas usualmente para evaluar las propiedades de adhesión (ASTM D3359-02 del 10 de agosto de 2002).

Ejemplo 4

Las partículas metálicas preparadas de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior se pueden dispersar en tolueno para proporcionar una tinta. En una ilustración, las partículas metálicas se pueden dispersar en tolueno para proporcionar el 20 por ciento en peso de partículas y una viscosidad en disolución de aproximadamente 1 mPa·s. La tinta se puede aplicar a un sustrato usando revestimiento por centrifugación, por ejemplo, o se puede usar en aplicaciones de revestimiento por centrifugación. Las partículas pueden ser partículas de plata o de oro u otros metales ilustrativos descritos en el presente documento.

Ejemplo 5

Las partículas metálicas preparadas de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior se pueden dispersar en disolvente IsoPar® G para proporcionar una tinta. En una ilustración, las partículas metálicas se pueden dispersar en disolvente IsoPar® G para proporcionar el 20 por ciento en peso de partículas y una viscosidad en disolución de aproximadamente 1 mPa·s. La tinta se puede aplicar a un sustrato usando revestimiento por centrifugación, por ejemplo, o se puede usar en aplicaciones de revestimiento por centrifugación. Las partículas pueden ser partículas de plata o de oro u otros metales ilustrativos descritos en el presente documento.

Ejemplo 6

Las partículas metálicas preparadas de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior se pueden dispersar en una mezcla de disolventes orgánicos para proporcionar una tinta. En una ilustración, las partículas metálicas se pueden dispersar en tolueno/disolvente Isopar® L/disolvente Isopar® V (1: 2: 8) para proporcionar el 20 por ciento en peso de partículas y una viscosidad en solución de aproximadamente 8-9 mPa·s. La tinta se puede aplicar a un sustrato usando dispositivos y métodos de impresión por inyección de tinta, por ejemplo, o se puede usar en aplicaciones de inyección de tinta. Las partículas pueden ser partículas de plata o de oro u otros metales ilustrativos descritos en el presente documento.

Ejemplo 7

Las partículas metálicas preparadas de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior se pueden dispersar en una mezcla de disolventes orgánicos para proporcionar una tinta. En una ilustración, las partículas metálicas se pueden dispersar en tolueno/disolvente Isopar® V (1:2) y el 3 % en peso de poliisobutileno (PIB) para proporcionar el 20 por ciento en peso de partículas y una viscosidad en solución de aproximadamente 8-9 mPa·s. La tinta se puede aplicar a un sustrato usando dispositivos y métodos de impresión por inyección de tinta, por ejemplo, o se puede usar en aplicaciones de inyección de tinta. Las partículas pueden ser partículas de plata o de oro u otros metales ilustrativos descritos en el presente documento.

Ejemplo 8

Las partículas metálicas preparadas de acuerdo con el Ejemplo 1 anterior se pueden dispersar en una mezcla de disolventes orgánicos para proporcionar una tinta. En una ilustración, las partículas metálicas se pueden dispersar en tolueno/disolvente Isopar® V (1:1) para proporcionar el 80 por ciento en peso de partículas. La tinta se puede aplicar a un sustrato usando métodos de impresión en pasta, por ejemplo, o se puede usar en aplicaciones de impresión en pasta. Las partículas pueden ser partículas de plata o de oro u otros metales ilustrativos descritos en el presente documento.

Ejemplo 9

Se prepararon varias tintas poniendo partículas de plata protegidas terminalmente en tolueno. Cada una de las partículas de plata protegidas terminalmente usadas en las tintas se preparó usando el protocolo del Ejemplo 1 y se extrajo una vez en metanol, a menos que se indique lo contrario. Las diversas tintas se muestran en la tabla siguiente. Las partículas de plata en la tinta B se lavaron dos veces en metanol, y las partículas de plata en la tinta C se extrajeron utilizando acetona. Las tintas F y G se prepararon a partir de nanopartículas de plata disponibles en el mercado. En particular, las tintas F y G se prepararon por dispersión de polvo de plata en tolueno en la relación en peso de 1:5. La tinta se sonicó durante 60 minutos antes de preparar las películas. La tinta F se preparó a partir de polvo Aldrich (Cat n.º 57683-2), y la tinta G se preparó usando Nanodynamics Product Name NDSilver (Lote n.º 31-0048).

Tinta	Agente de protección terminal	Cantidad de agente de protección terminal (%)
Tinta A	Hexadecilamina	18
Tinta B	Hexadecilamina	12-14
Tinta C	Hexadecilamina	2-3
Tinta D	Dodecilamina	8
Tinta E	Octil amina	5-6
Tinta F (Producto comercial 1)	N/D	4

Tinta	Agente de protección terminal	Cantidad de agente de protección terminal (%)
Tinta G (Producto comercial 2)	N/D	0,5

Cada una de las tintas se usó en un proceso de revestimiento por centrifugación para formar una película. Para formar cada película, cada tinta se calentó sobre una placa caliente a 250 °C durante 30 segundos. Después del calentamiento, cada tinta se recubrió por centrifugación sobre un sustrato de vidrio usando un revestimiento por centrifugación KW-4A disponible en el mercado en Chemat Technology (Northridge, CA). El procedimiento de revestimiento implicó un revestimiento a 600 rpm durante 9 segundos seguido de un revestimiento a 1000 rpm durante 30 segundos. A continuación se muestran las propiedades resultantes de cada película. La adhesión se analizó mediante ensayo de cinta de acuerdo con la norma ASTM D3359-02 de fecha 10 de agosto de 2002. La resistividad de cada película se midió usando una sonda de 4 puntos (Lucas Labs).

Tinta	Descripción de la Película	Adhesión	Resistividad ($\mu\Omega \times \text{cm}$)
Tinta A	Brillante, lisa y uniforme (figura 6A)	Muy buena, pasa la prueba de la cinta	3-4
Tinta B	Brillante, desigual con orificios (figura 6B)	Buena	3-4
Tinta C	No formó una película		∞
Tinta D	Brillante, desigual y numerosos orificios (figura 6C)	Pobre	20-30
Tinta E	No forma una película, se desmenuza al calentar		∞
Tinta F	No forma una película, aglomerados grises presentes, no forma una película		∞

Ejemplo 10

Se preparó una composición que comprende los siguientes materiales: se dispersó una cantidad suficiente de nanoplate protegida terminalmente con hexadecilamina (producida como se ha descrito anteriormente en el Ejemplo 1) en un sistema disolvente que incluía 1 parte de tolueno, 4 partes de terpeniol y 4 partes de xileno para proporcionar el 20 por ciento en peso de nanoplate protegida terminalmente con hexadecilamina en la dispersión.

Se midieron la tensión superficial y la viscosidad de la dispersión. La tensión superficial se midió usando un Aparato de Tensión Superficial Capilar de Fisher. La viscosidad se midió usando un viscosímetro digital Brookfield DVII. Se comprobó que la tensión superficial era de 30 dinas/cm, y se comprobó que la viscosidad era de 10 mPa·s.

Ejemplo 11

Se preparó una composición que comprende los siguientes materiales: una cantidad suficiente de nanoplate protegida terminalmente con hexadecilamina (producida como se describe en el Ejemplo 1) en un sistema disolvente que incluía 4 partes de tolueno, 1 parte de terpeniol, 4 partes de xileno y 0,1 g/l de etilenglicol para proporcionar el 20 por ciento en peso de nanoplate protegida terminalmente con hexadecilamina en la dispersión.

La tensión superficial y la viscosidad de la dispersión se midieron como se describe en el Ejemplo 10. Se comprobó que la tensión superficial era de 32 dinas/cm, y se comprobó que la viscosidad era 14 mPa·s.

Ejemplo 12

Se preparó una composición que comprende los siguientes materiales: se dispersó una cantidad suficiente de nanoplate protegida terminalmente con dodecilamina (producida como se describe en el Ejemplo 1) en un sistema disolvente que incluía 4 partes de butanol y 1 parte de tolueno para proporcionar el 20 por ciento en peso de nanoplate protegida terminalmente con dodecilamina en la dispersión. La tensión superficial y la viscosidad de la dispersión se midieron como se describe en el Ejemplo 10. Se comprobó que la tensión superficial era de 30 dinas/cm, y se comprobó que la viscosidad era 10 mPa·s.

Cuando se introducen elementos de los ejemplos descritos en el presente documento, los artículos "un", "una", "el/la" y "dicho" significan que hay uno o más de los elementos. Los términos "que comprende", "que incluye" y "que tiene" están destinados a ser abiertos y significan que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados. Se reconocerá por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción, que varios componentes de los ejemplos pueden intercambiarse o sustituirse con diversos componentes en otros ejemplos.

Aunque algunos aspectos, ejemplos y formas de realización han sido descritos anteriormente, se reconocerá por el experto en la materia, dado el beneficio de esta descripción, que son posibles adiciones, sustituciones,

modificaciones y alteraciones de los aspectos ilustrativos, ejemplos y formas de realización.

REIVINDICACIONES

1. Un método para producir una placa de circuito impreso que comprende:
5 un sustrato; y
 al menos un patrón conductor de alta relación de aspecto dispuesto sobre el sustrato,
 caracterizado por que el patrón conductor de alta relación de aspecto tiene una altura que es al menos cinco
 veces mayor que la anchura,
 y por que el método comprende:
10 imprimir un material conductor entre una separación definida de un soporte polimérico sobre el sustrato;
 imprimir el material de soporte polimérico sobre el soporte polimérico;
 imprimir material conductor adicional entre la separación definida del soporte polimérico;
 sinterizar el material conductor; y
15 después de la sinterización, retirar el soporte polimérico para proporcionar el patrón conductor de alta relación
 de aspecto.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la placa de circuito impreso comprende además al menos
un conductor eléctrico acoplado eléctricamente al patrón conductor de alta relación de aspecto.
20

3. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el sustrato es uno o más preimpregnados.

4. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, donde el patrón conductor de alta relación de aspecto comprende
partículas metálicas, preferentemente partículas metálicas protegidas terminalmente.
25

5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, donde las partículas metálicas protegidas terminalmente
proporcionan una conductividad de al menos aproximadamente 30×10^4 S/cm.

6. Un método de acuerdo con la reivindicación 5, donde las partículas metálicas protegidas terminalmente son uno o
30 más miembros seleccionados del grupo que consiste en plata, oro, cobre, níquel, platino, paladio y hierro.

7. El método de la reivindicación 1, donde la etapa de disponer un material conductor comprende disponer partículas
metálicas protegidas terminalmente entre la separación del soporte sólido.

35 8. El método de la reivindicación 1, que comprende además curar el sustrato antes de retirar el soporte sólido.

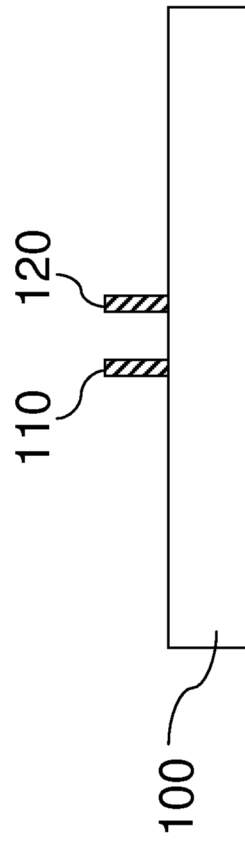


FIG. 1

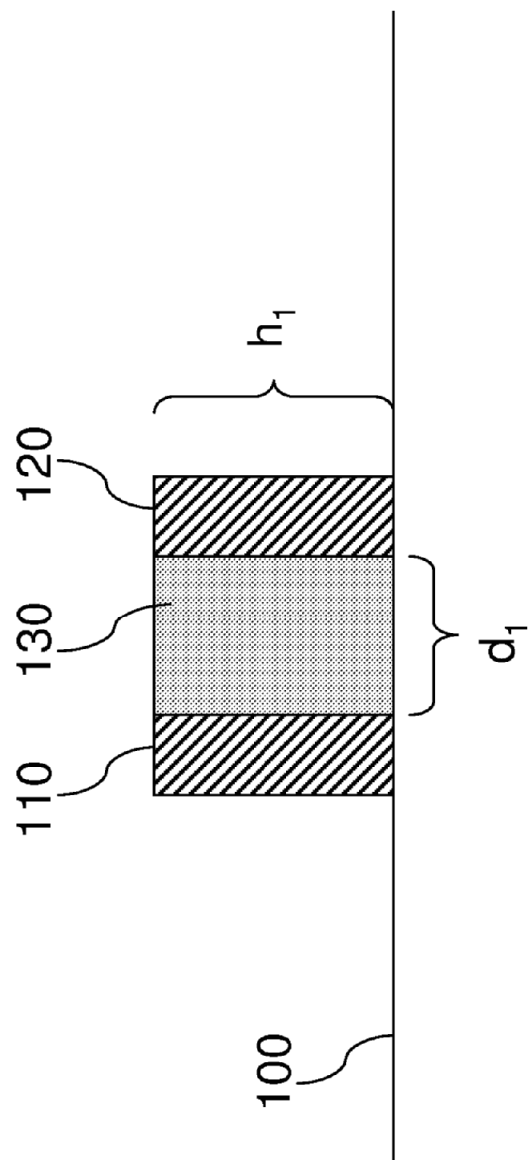


FIG. 2

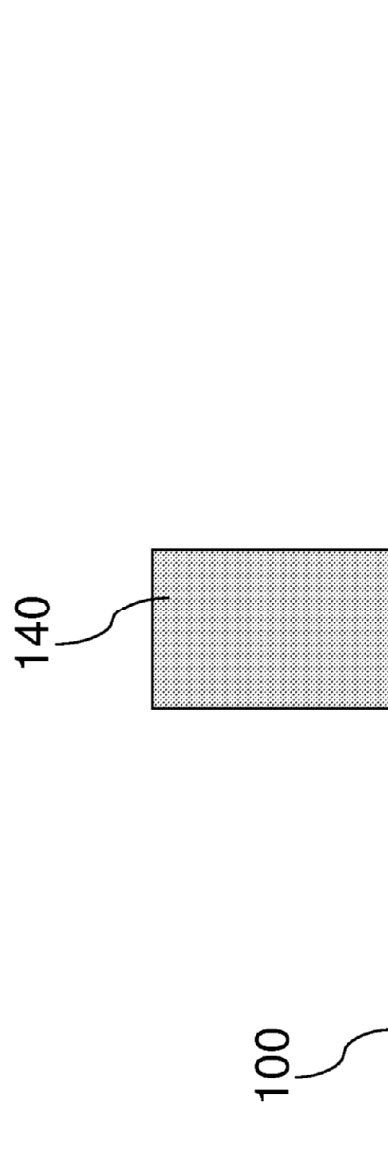


FIG. 3

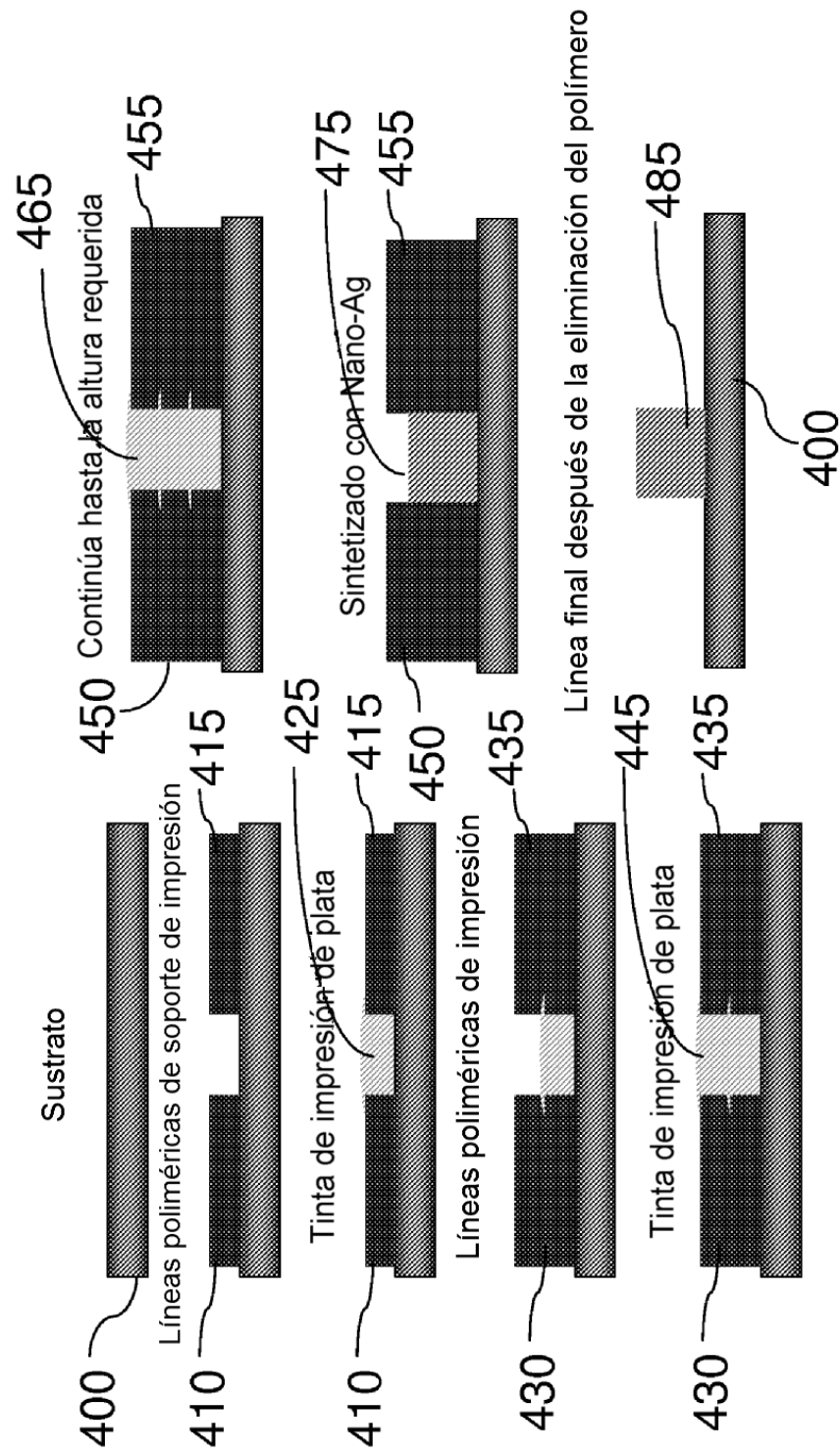


FIG. 4

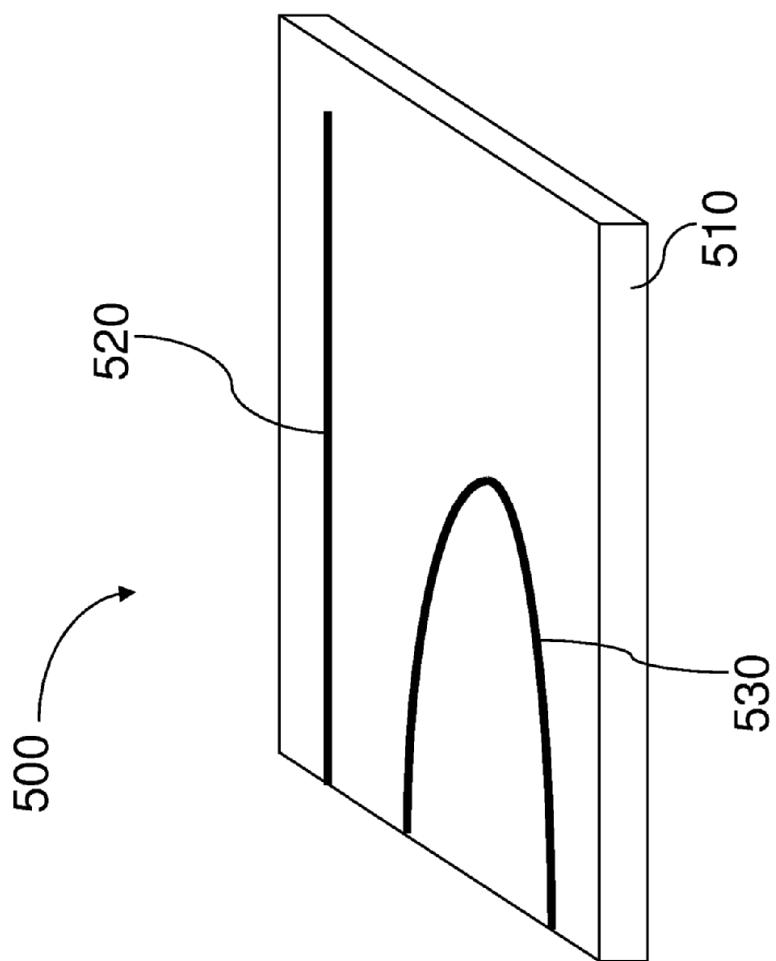


FIG. 5