

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 535 231**

51 Int. Cl.:

B05D 7/04 (2006.01)

B05D 5/12 (2006.01)

B05D 3/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2006 E 06742922 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.01.2015 EP 1917111**

54 Título: **Proceso para producir artículos que tienen un recubrimiento eléctricamente conductor**

30 Prioridad:

24.08.2005 EP 05018399

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

06.05.2015

73 Titular/es:

**A.M. RAMP & CO. GMBH (100.0%)
LORSBACHER STRASSE 28
65817 EPPSTEIN, DE**

72 Inventor/es:

GELLRICH, ANDREAS

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 535 231 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

Proceso para producir artículos que tienen un recubrimiento eléctricamente conductor

5 La presente invención se refiere a un proceso para producir artículos que tienen, sobre al menos una parte de su superficie, un recubrimiento eléctricamente conductor.

10 Los artículos con recubrimientos eléctricamente conductores encuentran aplicación diversa, por ejemplo como pistas conductoras, protectores frente a campos electromagnéticos, antenas RFID, etc. Estos artículos se producen recubriendo convencionalmente un sustrato con una composición eléctricamente conductora, tal como por un método de impresión, pintado, pulverización o dispersión. Las composiciones eléctricamente conductoras normalmente están compuestas de una fracción de alto peso de sustancias eléctricamente conductoras en forma de partícula, tal como partículas de plata, cobre o carbono o mezclas de las mismas, que se han reunido en una matriz polimérica líquida o pastosa. Después que la composición se ha aplicado el recubrimiento se seca y/o cura. El grado de conductividad del recubrimiento depende de cómo de eficazmente pueda producirse el contacto eléctrico entre las partículas conductoras. Se emplea diversos métodos para este fin.

20 Un método es la denominada técnica de película gruesa, que se emplea en particular para producir circuitos híbridos sobre sustratos cerámicos. En este caso, se aplican composiciones de tipo pasta que comprenden aglutinantes orgánicos y disolventes, en las que se ha dispersado el material conductor y que comprenden constituyentes adicionales, si se desea, en forma del diseño deseado y se secan. La cocción posterior a temperaturas de > 350 °C cuece el material orgánico y provoca que el material conductor sinterice para formar pistas conductoras. En vista de las altas temperaturas, la aplicación de esta técnica está limitada a sustratos cerámicos. Las conductividades obtenibles normalmente son de la mitad a un cuarto de la conductividad del metal sólido correspondiente.

25 Otro método es la técnica de película fina, en la que los metales se vaporizan a alto vacío y se depositan con el diseño deseado sobre un sustrato. Las películas obtenidas en este caso son sustancialmente más finas que con la técnica de película gruesa; el espesor de película generalmente es de aproximadamente $0,1$ μm . En este caso, frecuentemente es necesario reforzar el espesor de película, por galvanoplastia a 3 μm . La técnica de película fina es cara y, por lo tanto, se emplea en raras ocasiones.

30 Se describe un método adicional en los documentos WO 98/37133 y WO 03/003381. En este caso, se aplica una composición que comprende un medio orgánico reactivo y un polvo metálico a un sustrato, y se calienta a temperaturas de hasta 450 °C, durante lo cual se forman las pistas conductoras deseadas. El medio orgánico reactivo es un compuesto organometálico, tal como una sal metálica de un ácido orgánico, por ejemplo la sal de plata del ácido neodecanoico o ácido 2-etilhexanoico. A las temperaturas empleadas, el compuesto organometálico experimenta descomposición para formar el metal correspondiente, que se fija a las partículas metálicas presentes en la composición. Debido a las altas temperaturas, este método también está sometido a restricciones en términos de los sustratos que pueden usarse.

40 Un método adicional implica usar sistemas a base de aglutinantes termoplásticos o termoestables con disolventes. Las partículas metálicas están presentes en la matriz de aglutinantes. Para obtener de esta manera conductividades superficiales específicas normalizadas del orden de al menos 25 $\text{m}\Omega/25$ mm (25 $\text{m}\Omega/\text{sq. mil}$) para partículas de plata, estos sistemas deben curarse o secarse totalmente. En este caso, generalmente es necesario emplear temperaturas de > 100 °C durante un número de minutos.

50 El documento WO 2004/048463 A1 desvela composiciones poliméricas que pueden calentarse rápidamente bajo radiación electromagnética. Estas composiciones comprenden un material de poliolefina termoplástica como un polvo metálico, una fosfina o amina terciaria y un ácido prótico. La poliolefina puede ser un copolímero de etileno y un viniltrialcoxilano. Se dice que tales productos son post-curables en el estado sólido por tratamiento con agua caliente o vapor.

55 Las características comunes de los métodos de la técnica anterior para aplicar recubrimientos eléctricamente conductores sobre superficies son que requieren la aplicación de altas temperaturas durante un tiempo relativamente largo y/o producen recubrimientos que tienen una conductividad indeseablemente baja, necesitando de esta manera medios adicionales para mejorar la conductividad.

60 El objetivo en el que está basada la presente invención, por lo tanto, es el de proporcionar un proceso para producir artículos que tienen un recubrimiento eléctricamente conductor que puede realizarse rápida y simplemente a una baja temperatura y aún producir recubrimientos que tienen una alta conductividad eléctrica.

65 Sorprendentemente, se ha descubierto ahora que este objetivo se consigue si una composición que comprende partículas metálicas eléctricamente conductoras se aplica a un sustrato y el sustrato recubierto se somete a tratamiento con agua en presencia de una cierta fuente de ión haluro.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un proceso para producir artículos que tienen, sobre al menos parte de su superficie, un recubrimiento eléctricamente conductor que comprende recubrir al menos parcialmente un sustrato con una composición por un método seleccionado entre métodos de impresión, pintado, pulverización y dispersión, comprendiendo la composición partículas metálicas eléctricamente conductoras finamente divididas y un aglutinante y someter el sustrato recubierto a al menos un tratamiento con agua en presencia de una fuente de ión haluro seleccionada de haluros metálicos solubles en agua, haluros de amonio y haluros de hidrógeno, a una temperatura en el intervalo de 20 a 95 °C por inmersión del sustrato recubierto en agua, que comprende la fuente de ión haluro.

La conductividad eléctrica para los fines de la invención está presente cuando una resistencia superficial específica normalizada es menor de 100 mΩ/25 μm, en particular menor de 50 mΩ/25 μm, preferentemente menor de 25 mΩ/25 μm, con particular preferencia menor de 10 mΩ/25 μm.

El proceso de la invención emplea una composición que comprende partículas metálicas eléctricamente conductoras. Los metales eléctricamente conductores preferidos son cobre, plata, oro, cinc, cadmio, hierro, cobalto, níquel, rutenio, rodio, paladio, osmio, iridio, platino, manganeso, renio, vanadio, niobio, tantalio, cromo, molibdeno, tungsteno, titanio, aluminio, indio, estaño, plomo, antimonio o bismuto y también mezclas y aleaciones de los mismos. Los metales particularmente preferidos son plata, cobre, aluminio o mezclas y aleaciones de los mismos. Las partículas metálicas pueden emplearse en cualquier morfología deseada, aunque se prefiere usar escamas o esferas. Las escamas preferidas tienen un diámetro principal promedio en el intervalo de 0,1 μm a 100 μm, preferentemente de 2 μm a 50 μm y en particular de 5 μm a 30 μm. El espesor promedio de las escamas preferentemente está en el intervalo de 0,05 μm a 2 μm, preferentemente de 0,1 μm a 1 μm. La relación de diámetro principal a espesor en las escamas está en el intervalo de 2:1 a 2000:1. Las esferas preferidas tienen un diámetro promedio en el intervalo de 1 nm a 100 μm, preferentemente de 10 nm a 10 μm y en particular de 10 o 20 nm a 1 μm.

La composición normalmente comprende un aglutinante. Este puede ser un aglutinante o un componente polimérico orgánico, que puede curarse mediante las medidas apropiadas. Los ejemplos de aglutinantes poliméricos adecuados son polímeros termoplásticos tales como polivinil butirales (Copolímeros compuestos de unidades butil acetato, unidades acrilato de metilo y unidades alcohol vinílico), polímeros a base de poli(met)acrilato tales como (met)acrilatos lineales o copolímeros de los mismos con, por ejemplo, estireno, butadieno, etc., polímeros a base de cloruro de polivinilo, polímeros a base de poliamida, éteres de celulosa o ésteres de celulosa. Sin embargo, también son adecuados los polímeros termoestables, tales como resinas epoxi, resinas de poliéster, resinas de poliuretano, resinas de acrilato altamente reticuladas y resinas de alquido.

Los componentes curables, en particular, son resinas reactivas, barnices reactivos y diluyentes reactivos. Los componentes de este clase son, en particular, resinas curables por radiación, siendo ejemplos ésteres monoméricos, oligoméricos o poliméricos (met)acrílicos que contienen grupos vinilo polimerizables y también poliuretanos preparados a partir de polisocianatos y polioles (poliéster polioles, poliéster polioles). Cuando se usan componentes curables también están presentes los auxiliares requeridos para el curado, tales como iniciadores de UV, acelerantes, etc.

Además de estos la composición puede comprender adicionalmente disolvente. Los disolventes particularmente útiles son agua, ésteres, tales como acetatos de alquilo, por ejemplo acetatos de metilo, etilo, propilo, butilo e isobutilo, acetatos de alquilglicol, tales como acetato de metilglicol, acetato de butilglicol, acetato de metoxipropilo, acetato de butoximetilo, alcoholes tales como metanol, etanol, n-propanol, isopropanol, n-octanol, isobutanol, glicol o glicerol, cetonas tales como acetona, metiletil cetona, metilisobutil cetona, ciclohexanona o isoforona; éteres, tales como dioxano o tetrahidrofurano; o glicoléteres tales como metilglicol, etilglicol, butilglicol, 3-metoxibutano-1-ol o 1-metoxipropan-2-ol, polietilenglicoles o mezclas de los mismos.

Además la composición puede comprender adyuvantes típicos, siendo ejemplos tensioactivos, colorantes, pigmentos, cargas, etc.

La cantidad de partículas metálicas en la composición generalmente está en el intervalo del 60 % al 99 % en peso, preferentemente del 70 % al 99 % en peso y en particular del 80 % al 99 % en peso, basado en el peso total de las partículas metálicas eléctricamente conductoras y aglutinante. La cantidad de aglutinante después generalmente está en el intervalo del 1 % al 40 % en peso, preferentemente del 1 % al 30 % en peso y en particular del 1 % al 20 % en peso, basado en el peso total de las partículas metálicas eléctricamente conductoras y aglutinante. La relación en peso de aglutinante a partículas metálicas eléctricamente conductoras generalmente está en el intervalo de 1:99 a 40:60, preferentemente de 1:99 a 30:70 y en particular de 1:99 a 20:80. La cantidad de disolvente generalmente se selecciona de manera que la composición tiene una viscosidad adecuada para aplicación al sustrato. Frecuentemente, la cantidad de disolvente está entonces en el intervalo del 5 % al 50 % en peso, preferentemente del 10 % al 40 % en peso y en particular del 15 % al 35 % en peso basado en el peso total de una composición.

65

- 5 La composición se aplica al sustrato por métodos de impresión, pintado, pulverización y dispersión. Se da preferencia a los métodos de impresión, siendo ejemplos impresión serigráfica, impresión por huecograbado, impresión flexográfica, impresión planográfica, tampografía e impresión digital, especialmente impresión con chorro de tinta e impresión por transferencia. Las técnicas de esta clase las conoce un experto en la materia. Los métodos de impresión preferidos son serigrafía, impresión por chorro de tinta e impresión por huecograbado. La aplicación al sustrato tiene lugar generalmente de manera que el espesor de película seca está en el intervalo de 0,01 a 100 μm , preferentemente de 0,1 a 50 μm .
- 10 La selección de los sustratos que pueden usarse en el proceso de la invención no está limitada en términos ni del material ni de la forma de los sustratos. Pueden ser rígidos o flexibles y de plástico, metal, cerámico o papel o pueden tener la forma de materiales compuestos. Sin embargo, se prefiere usar materiales que normalmente se emplean para componentes electrónicos, especialmente películas poliméricas.
- 15 La aplicación puede ir seguida, si se desea, de una operación de secado y/o una operación de curado. Los sustratos recubiertos pueden secarse de una manera convencional, tal como en aire a temperatura ambiente o en un aparato de secado, cuando sea apropiado a presión reducida. El curado puede conseguirse en condiciones típicas, tal como exposición a luz UV.
- 20 Para mejorar la conductividad los sustratos recubiertos se someten después a tratamiento con agua en presencia de la fuente de ión haluro (la expresión "agua" a continuación denota agua que comprende una fuente de ión haluro y adyuvantes adicionales, cuando sea apropiado). La fuente de ión haluro usada preferentemente es una fuente de ión fluoruro o bromuro y, en particular, una fuente de ión cloruro. El agua puede comprender también adyuvantes, tales como tensioactivos, agentes humectantes y espesantes, disolventes miscibles en agua, siendo ejemplos alcoholes tales como metanol, etanol, n-propanol, isopropanol, glicol o glicerol, cetonas tales como acetona o metiletil cetona, éteres tales como dioxano o tetrahidrofurano, glicoléteres tales como metilglicol, etilglicol o propilenglicoles. El tratamiento se realiza preferentemente a una temperatura en el intervalo de 20 °C a 95 °C. El tratamiento con agua se efectúa por inmersión del sustrato recubierto en agua. El agua puede estar ya a la temperatura deseada o puede llevarse a la temperatura deseada después de la inmersión. El tratamiento durante un corto periodo de tiempo es suficiente. Apropiadamente el periodo de tratamiento se sitúa en el intervalo de 0,1 segundos a 10 minutos, en particular de 1 segundo a 1 minuto y con particular preferencia de 1 segundo a 30 segundos. El tiempo de tratamiento está guiado por factores que incluyen la temperatura de tratamiento; en otras palabras, cuanto mayor sea la temperatura del tratamiento más corto puede ser el tiempo de tratamiento.
- 30 Los haluros que pueden usarse como la fuente de ión haluro en particular incluyen haluros metálicos solubles en agua, dándose preferencia a haluros de metal alcalino, haluros de metal alcalinotérreo y también haluros metálicos, tales como haluros de ácido de Lewis, cuya solución acuosa tiene un pH ácido. La expresión "soluble en agua" en este caso denota que la solubilidad en agua es al menos suficiente para alcanzar la concentración indicada a continuación para la fuente de ión haluro en solución en agua. Los ejemplos de haluros que pueden usarse incluyen cloruro de litio, cloruro de sodio, cloruro de potasio, cloruro de magnesio, cloruro de calcio, cloruro de aluminio, cloruro de cinc o cloruro de amonio y también los fluoruros y bromuros correspondientes. Otros haluros adecuados son haluros de amonio, tales como haluros de tetraalquilamonio, por ejemplo cloruro de tetrametilamonio o haluros de tetrahidroxialquilamonio. Las fuentes de ión haluro adecuadas adicionales incluyen ácidos hidrácidos (haluro de hidrógeno), especialmente HF, HBr y con particular preferencia, HCl.
- 35 El tratamiento puede realizarse apropiadamente usando agua que tiene un pH ácido, en particular un pH de 1 a 6 y con particular preferencia un pH de 2 a 5. El pH puede ajustarse usando ácidos orgánicos o inorgánicos solubles en agua típicos tales como ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido acético, etc. o usando una fuente de ión haluro cuya solución acuosa tenga un pH ácido. Las fuentes de ión haluro de esta clase son los haluros de ácido de Lewis mencionados anteriormente y también los ácidos hidrácidos.
- 40 La concentración de la fuente de ión haluro en solución en agua generalmente está en el intervalo del 0,01 % al 10 % en peso, en particular del 0,1 % al 7 % en peso, basado en la cantidad de agua. Cuando se usan haluros ácidos o ácidos hidrácidos la concentración se selecciona apropiadamente de manera que la solución tenga el pH deseado.
- 45 En general, es suficiente proporcionar un tratamiento con agua. Si se desea, el tratamiento puede repetirse una o más veces.
- 50 La conductividad del recubrimiento eléctricamente conductor puede mejorarse adicionalmente después del tratamiento por laminado a una temperatura de ≤ 200 °C. El laminado tiene lugar con un aparato típico, por ejemplo una calandria o un laminador. La presión empleada durante el laminado está guiada por la temperatura del rodillo y por la velocidad a la que los artículos pasan a través del aparato de laminado y también por el diámetro del rodillo. Para un diámetro de rodillo de 100 mm la presión está situada generalmente en el intervalo de 5 a 100 bar para láminas a laminar que tienen una anchura de 50 mm.
- 55
- 60
- 65

Se ha demostrado que es particularmente ventajoso realizar una primera operación de laminado a temperatura ambiente (de 15 a 30 °C) y posteriormente al menos una operación de laminado adicional a una temperatura en el intervalo de 70 a 200 °C.

5 Los artículos recubiertos adicionalmente pueden estar provistos de un recubrimiento protector o recubrimiento superior, tal como una capa de barniz o una película.

10 El proceso de la invención permite la producción de artículos que tienen un recubrimiento eléctricamente conductor de una manera sencilla, rápida y rentable, la conductividad eléctrica de los artículos es al menos comparable con la de los artículos obtenidos de acuerdo con la técnica anterior. Por lo tanto, el proceso de la invención es particularmente adecuado para producir componentes electrónicos, tales como circuitos impresos, dispositivos para protección electromagnética, antenas RFID, sensores, baterías o celdas solares.

15 Los siguientes ejemplos ilustran la invención sin limitarla.

Ejemplo 1

20 Se preparó una tinta de impresión serigráfica conductora por agitación junto con 4 partes en peso de una resina de polivinil butiral (Pioloform BL18; Wacker), 28 partes en peso de acetato de butilglicol y 68 partes en peso de escamas de plata (SF9AL de Ferro) y posteriormente homogeneizando la mezcla en un molido de triple rodillo. La viscosidad de impresión serigráfica deseada se ajusta por adición de acetato de etoxipropilo.

25 Se usa un aparato de impresión serigráfica semiautomático con un filtro (120-31) para imprimir antenas RFID para aplicaciones UHF en un espesor de película de 4 µm sobre una película de poliimida de 50 µm de espesor. Después de que se hayan secado a temperatura ambiente, estas antenas tienen una resistencia superficial específica de 400 a 600 mΩ, correspondiente a una resistencia superficial específica normalizada de 64 a 96 mΩ/25 µm. Posteriormente, las antenas se tratan durante 10 segundos por inmersión en una solución acuosa de cloruro de aluminio (10 g de cloruro de aluminio en 200 ml de agua) que se ha calentado a 90 °C.

30 Un lote de las muestras se somete después a un tratamiento posterior por laminado en frío entre dos rodillos de acero con una presión de 30 bar y también un laminado en caliente de tres veces (calandrado) en un laminador (Pouchman 12 de IBICO Trading GmbH). Las cifras para la resistencia superficial específica normalizada se compilan en la siguiente tabla.

Tratamiento	Resistencia superficial específica normalizada [mΩ/25 µm]
ninguno	64-96
agua + AlCl ₃	5-7
agua + AlCl ₃ + laminado	2,6-3,0

35 Ejemplo 2

40 Se preparó una tinta de huecograbado conductora agitando juntas 4 partes en peso de una resina de polivinil butiral (Pioloform BL18, Wacker), 26 partes en peso de etanol, 2 partes en peso de acetato de etoxipropilo y 68 partes en peso de escamas de plata (SF9AL, Ferro). La viscosidad de impresión de huecograbado deseada se ajusta por adición de etanol.

45 La impresión se realiza usando un cilindro de ensayo con una forma de celda hexagonal de huecograbado de 40 líneas, 70 µm de profundidad y un ángulo de 60°. Se imprimen líneas de 2 mm sobre una película de poliimida (de espesor 50 µm). El espesor impreso es de aproximadamente 3 µm y las líneas tienen una estructura no homogénea. La resistencia superficial específica es de 180 mΩ y la resistencia superficial específica normalizada es de 21,6 mΩ/25 µm. Posteriormente, los especímenes impresos se sumergen durante 10 segundos en una solución de 10 g de cloruro de aluminio en 200 ml de agua que se ha calentado a 90 °C. La resistencia superficial específica normalizada cae a una cifra de 5,4 mΩ/25 µm.

50 El tratamiento posterior por laminado como se especifica en el Ejemplo 1 provoca que la resistencia superficial específica normalizada caiga a una cifra de 4,1 mΩ/25 µm.

Ejemplo 3

55 Se repite el Ejemplo 1 pero el cloruro de aluminio en el baño de inmersión se reemplaza por 15 g de cloruro sódico y 10 ml de ácido acético con una potencia del 25 %. Esto va seguido de un tratamiento posterior por laminado como se especifica en el Ejemplo 1. La resistencia superficial específica normalizada de los artículos obtenidos es de 2,8 mΩ/25 µm.

60

Ejemplo 4

5 Se prepara una tinta de huecograbado conductora por agitación para dar 16,8 partes en peso de un barniz (extensor de película 111350 PN de impresión de semitono, A.M. Ramp & Co GmbH), 0,2 partes en peso de un aditivo dispersante (Byk 301, Byk-Chemie GmbH), 9,1 partes en peso de etoxipropanol y 73,9 partes en peso de polvo de plata (7000-35, Ferro) y la tinta se homogeneiza en un molino de perlas. La viscosidad de impresión de huecograbado deseada se ajusta por adición de etoxipropanol.

10 Se usa una prensa de impresión de huecograbado (Moser) para imprimir antenas de ensayo UHF con un espesor de 3,5 μm sobre una película de PET (HPSL 100, Coveme) que es de 75 μm de espesor con una velocidad de 50 m/min.

15 Después de que estas antenas se hayan secado su resistencia superficial específica es mayor de 200 k Ω . Posteriormente, los especímenes impresos se sumergen durante 1 segundo en una solución de 10 g de cloruro sódico en 200 ml de agua que se había calentado a 90 °C. La resistencia superficial específica cae a 67 m Ω . Posteriormente, un laminado en frío de dos veces con una presión de 30 bar (diámetro de rodillo 100 mm, anchura de banda 30 mm) reduce la resistencia superficial específica a 41 m Ω . La inmersión renovada durante un segundo en la solución de NaCl identificada anteriormente reduce la resistencia superficial específica adicionalmente a 26 m Ω , correspondiente a una resistencia superficial específica normalizada de 3,6 m Ω /25 μm .

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para producir artículos que tienen, sobre al menos parte de su superficie, un recubrimiento eléctricamente conductor que comprende recubrir al menos parcialmente un sustrato con una composición por un método seleccionado entre métodos de impresión, pintado, pulverización y dispersión, comprendiendo la composición partículas metálicas eléctricamente conductoras finamente divididas y un aglutinante, y sometiendo el sustrato recubierto a al menos un tratamiento con agua en presencia de una fuente de ión haluro seleccionada de haluros metálicos, haluros de amonio y haluros de hidrógeno solubles en agua, a una temperatura en el intervalo de 20 a 95 °C por inmersión del sustrato recubierto en agua, que comprende la fuente de ión haluro.
- 10 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que se usa un haluro de metal alcalino o haluro de metal alcalinotérreo, haluro de aluminio o haluro de cinc como fuente de ión haluro.
- 15 3. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que se usa una fuente de ión cloruro como la fuente de ión haluro.
- 20 4. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la concentración de la fuente de ión haluro es del 0,01 al 10 % en peso, basado en la cantidad de agua.
- 25 5. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el agua que comprende la fuente de ión haluro tiene un pH en el intervalo de 1 a 6.
6. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo se somete a al menos un tratamiento posterior por laminado a una temperatura de ≤ 200 °C.
7. Proceso de acuerdo con la reivindicación 6, en el que laminado se realiza a temperatura ambiente.
8. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 6 o 7, en el que el artículo se somete inicialmente a una primera operación de laminado a temperatura ambiente y posteriormente a al menos otra operación de laminado a una temperatura en el intervalo de 70 a 200 °C.
- 35 9. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición comprende como su aglutinante un aglutinante polimérico orgánico o un componente curable.
10. Proceso de acuerdo con la reivindicación 9, en el que el aglutinante se selecciona entre polivinil butirales y polímeros a base de (met)acrilato.
- 40 11. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el metal eléctricamente conductor se selecciona entre cobre, plata, oro, cinc, cadmio, hierro, cobalto, níquel, rutenio, rodio, paladio, osmio, iridio, platino, manganeso, renio, vanadio, niobio, tantalio, cromo, molibdeno, tungsteno, titanio, aluminio, indio, estaño, plomo, antimonio o bismuto y también mezclas y aleaciones de los mismos.
- 45 12. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la composición se aplica por impresión serigráfica, impresión por chorro de tinta o impresión por huecograbado al sustrato.
13. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo se proporciona adicionalmente con un recubrimiento protector o recubrimiento superior.
- 50 14. Proceso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el artículo se selecciona entre placas de circuito impreso, antenas RFID, baterías y celdas solares.
- 55 15. Método para reducir la resistencia superficial de los artículos eléctricamente conductores que tienen, sobre al menos una parte de su superficie, un recubrimiento eléctricamente conductor que comprende partículas metálicas eléctricamente conductoras finamente divididas y un aglutinante, en donde el artículo está sometido a tratamiento con agua en presencia de una fuente de ión haluro de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.