

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 685 177**

51 Int. Cl.:

A61L 27/34	(2006.01) <i>B05D 5/06</i>	(2006.01)
A61L 27/54	(2006.01)	
A61L 29/08	(2006.01)	
A61L 29/16	(2006.01)	
A61L 31/10	(2006.01)	
A61L 31/16	(2006.01)	
C23C 18/18	(2006.01)	
B05D 7/02	(2006.01)	
C23C 18/20	(2006.01)	
C23C 18/42	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.11.2011 PCT/US2011/062086**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2012 WO12071536**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.11.2011 E 11842963 (8)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.06.2018 EP 2643099**

54 Título: **Deposición de una capa de plata sobre un sustrato no conductor**

30 Prioridad:

26.11.2010 US 417305 P
10.12.2010 US 421901 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.10.2018

73 Titular/es:

C. R. BARD, INC. (100.0%)
730 Central Avenue
Murray Hill, New Jersey 07974-1139, US

72 Inventor/es:

TERRY, RICHARD, N.;
CHEN, FUNG, BOR y
YIN, ZHIHUI

74 Agente/Representante:

MARTÍN BADAJOZ, Irene

ES 2 685 177 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

Deposición de una capa de plata sobre un sustrato no conductor

5 Campo de la invención

Se proporcionan métodos para la deposición de películas que comprenden plata sobre sustratos no conductores, y, más particularmente, para la deposición de tales películas que son muy delgadas. La superficie de los sustratos no conductores se modifica con un polímero superabsorbente para aumentar la deposición de plata cuando se compara con una superficie no modificada. También se proporcionan películas producidas usando un agente hinchante, mediante lo cual aumenta la porosidad de la superficie del sustrato no conductor, permitiendo de ese modo una deposición de plata aumentada cuando se compara con una superficie no modificada.

15 Antecedentes de la invención

Los catéteres permanentes se fabrican predominantemente a partir de látex de cauchos naturales y sintéticos. Están compuestos por materiales no conductores. Algunas películas delgadas de determinados metales sobre sustratos no conductores pueden tener aplicaciones comerciales importantes. Se usan películas delgadas de metales conductores sobre sustratos transparentes en dispositivos de visualización electrónicos. Pueden usarse películas delgadas para reflejar el calor en la protección solar u otros dispositivos solares, y para filtrar la radiación de la luz solar. Una película delgada puede reducir la incidencia de infección provocada por un dispositivo que se introduce en el cuerpo humano, cuando la película se recubre sobre el dispositivo antes de la introducción en el cuerpo. Se usan películas delgadas en el envasado como recubrimiento de barrera de vapor. Estas aplicaciones son sólo ilustrativas de los miles de usos de las películas delgadas, y no son limitativas de sus usos.

La patente estadounidense n.º 6.224.983 concedida a Sodervall *et al.* enseña que puede depositarse plata metálica sobre la superficie de un sustrato no conductor usando un proceso de deposición en húmedo de múltiples etapas. La superficie se limpia, y luego se activa en una disolución acuosa que contiene ion estaño. La plata se deposita como un material coloidal a partir de una disolución acuosa de una sal que contiene plata, un agente de reducción que reduce la sal formando la plata metálica, y un agente de control de la deposición que evita que la plata se nuclee en toda la disolución. Después de que se recubre el sustrato, el recubrimiento se estabiliza en una disolución acuosa de una sal de un metal del grupo de platino u oro, se disuelve en ácido clorhídrico diluido. El procedimiento es particularmente eficaz para depositar películas uniformes de 2 a 2000 ángstrom de grosor, que se adhieren fuertemente al sustrato.

La patente estadounidense n.º 5.747.178 concedida a Sodervall *et al.* se refiere a la deposición de una capa de plata sobre sustratos no conductores. La patente estadounidense n.º 5.747.178 divulga un procedimiento para depositar capas de plata delgadas y uniformes sobre una amplia variedad de sustratos no conductores. La capa de plata se divulga como adherente y eficaz en diversos usos, incluyendo, por ejemplo, aplicaciones médicas antimicrobianas, envasado de barrera y filtros ópticos. El procedimiento puede realizarse a temperatura ambiental o, como mucho, temperatura ligeramente elevada, usando procedimientos químicos industriales convencionales. La patente estadounidense n.º 5.747.178 divulga que es muy controlable y reproducible, lo que produce capas prácticamente idénticas sobre gran número de sustratos, y que las pruebas han demostrado que los rendimientos de piezas recubiertas de buena calidad usando el enfoque son muy altos.

La patente estadounidense n.º 5.747.178 divulga un enfoque para depositar una capa de plata delgada y uniforme, preferiblemente de 2 a 2000 ángstrom de grosor, a una velocidad de aproximadamente 5-7 ángstrom por segundo en la disolución de deposición. La patente estadounidense n.º 5.747.178 también divulga que el grosor de la capa de superficie se controla fácilmente, y que la capa de plata resultante es adherente a la superficie del sustrato no conductor.

Otras patentes y publicaciones de patente que incluyen divulgaciones relacionadas con películas de plata sobre sustratos no conductores incluyen la patente estadounidense n.º 5.320.908; patente estadounidense n.º 5.395.651; patente estadounidense n.º 5.965.204; publicación de patente estadounidense n.º US-2007-237945-A1; publicación de patente estadounidense n.º US-2007-237946-A1; publicación de patente estadounidense n.º US-2009-123733-A1; publicación de patente estadounidense n.º US-2010-028436-A1; y publicación de patente estadounidense n.º US-2011236441-A1.

60 Sumario de la invención

Un método para depositar películas de plata, o películas de otros metales, a niveles aceptables, sobre sustratos no conductores es útil. Proporcionando películas más uniformes, o películas que comprenden más plata, o promoviendo la penetración de plata en una superficie de un dispositivo no conductor, especialmente un dispositivo médico, pueden obtenerse mejores desenlaces clínicos debido a las propiedades antibacterianas mejoradas del dispositivo o una mayor capacidad del dispositivo para retener y/o desplegar al menos una porción de la plata depositada cuando se usa.

- 5 Por consiguiente, en un primer aspecto, se proporciona un método para preparar un dispositivo médico antimicrobiano, que comprende: proporcionar un material no conductor; tratar una superficie del material no conductor depositando un polímero superabsorbente sobre la superficie; depositar metal de plata exponiendo la superficie tratada a una disolución acuosa de una sal de plata en presencia de un agente de control de la deposición; y tratar el metal de plata con una cantidad estabilizante de uno o más metales seleccionados del grupo que comprende metales del grupo de platino y oro, mediante lo cual se obtiene un recubrimiento adhesivo, delgado, uniforme, transparente, antimicrobiano y biocompatible que comprende metal de plata, caracterizado por que el polímero superabsorbente se deposita sobre la superficie a partir de una disolución acuosa de un copolímero de acrilato de alquilo C₁₀₋₃₀ reticulado, comprendiendo la disolución acuosa desde 0,1 hasta 1,0 partes en peso de cloruro de sodio, desde 0,05 hasta 1,0 partes en peso del polímero superabsorbente, desde 0,1 hasta 10 partes en peso de hidróxido de potasio y desde 10 hasta 50 partes en peso de látex.
- 10 En una realización del primer aspecto, tratar la superficie del material no conductor comprende depositar un polímero superabsorbente sobre la superficie y exponer la superficie a un agente hinchante.
- 15 En una realización del primer aspecto, depositar un polímero superabsorbente sobre la superficie y exponer la superficie a un agente hinchante se llevan a cabo simultáneamente.
- 20 En una realización del primer aspecto, depositar un polímero superabsorbente sobre la superficie y exponer la superficie a un agente hinchante se llevan a cabo secuencialmente.
- 25 En una realización del primer aspecto, el método comprende además activar la superficie del material no conductor exponiendo la superficie a una base o a un compuesto configurado para liberar cloro. La base puede ser un hidróxido, por ejemplo, hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. El compuesto configurado para liberar cloro puede ser cloruro de estaño.
- 30 En una realización del primer aspecto, la superficie no conductora comprende látex, y el método comprende además activar la superficie del material no conductor exponiendo la superficie a hipoclorito de sodio.
- 35 En una realización de cualquier del primer aspecto, la superficie no conductora comprende látex, y el método comprende además activar la superficie del material no conductor exponiendo la superficie a una disolución de activación de base alcohólica.
- 40 En una realización del primer aspecto, el método comprende además aclarar el recubrimiento de plata en agua desmineralizada y secar el recubrimiento.
- 45 En una realización del primer aspecto, el agente de control de la deposición se selecciona del grupo que comprende citrato de sodio, acetato de sodio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, amoníaco y combinaciones de los mismos.
- 50 En una realización del primer aspecto, el metal del grupo de platino es platino o paladio. El metal del grupo de platino puede estar en combinación con oro.
- 55 En una realización del primer aspecto, la deposición se lleva a cabo en ausencia de un agente reductor.
- 60 En una realización del primer aspecto, el sustrato no conductor es látex.
- 65 En una realización del primer aspecto, el sustrato no conductor es silicona.
- En una realización del primer aspecto, el dispositivo médico antimicrobiano es un catéter de Foley.
- En un segundo aspecto, se proporciona un dispositivo médico antimicrobiano preparado según cualquiera de los aspectos o realizaciones mencionados anteriormente.
- En una realización del segundo aspecto, una capa la más superior del dispositivo comprende plata adsorbida.
- En un tercer aspecto, se proporciona un dispositivo médico antimicrobiano preparado según el primer aspecto, en el que la capa la más superior comprende un polímero superabsorbente.
- En un cuarto aspecto, se proporciona un dispositivo médico antimicrobiano preparado según el primer aspecto, la capa la más superior comprende una capa porosa de silicona o látex.
- En una realización del cuarto aspecto, la capa porosa se forma por medio de exposición a un agente hinchante.
- En un quinto aspecto, se proporciona un dispositivo médico antimicrobiano, comprendiendo el dispositivo una capa

la más superior que comprende un copolímero de acrilato de alquilo C₁₀₋₃₀ reticulado con plata incorporada en el mismo y con el mismo.

5 En una realización del quinto aspecto, el dispositivo comprende además una capa de látex por debajo de la capa la más superior.

En una realización del quinto aspecto, el dispositivo es un catéter de Foley.

10 En un sexto aspecto, se proporciona un dispositivo médico antimicrobiano, comprendiendo el dispositivo una capa porosa la más superior, comprendiendo la capa porosa la más superior un material no conductor seleccionado del grupo que comprende silicona y látex, teniendo la capa la más superior plata depositada dentro de sus poros.

15 En una realización del sexto aspecto, el dispositivo comprende además una capa de látex por debajo de la capa la más superior.

En una realización del sexto aspecto, el dispositivo es un catéter de Foley.

Descripción detallada de diversas realizaciones

20 En realizaciones a modo de ejemplo, la superficie de sustratos no conductores se modifica con un polímero superabsorbente para aumentar la deposición de plata por encima de la deposición observada para una superficie no modificada. La capa modificada superabsorbente es adherente a la capa la más exterior de un catéter de Foley. La deposición de plata se potencia enormemente en comparación con la superficie sin la modificación superabsorbente. La superficie modificada se hincha durante el proceso de deposición de plata, abriendo sitios de
25 poro para anclar la deposición de plata. La deposición de plata aumenta mediante un aumento de la concentración de polímeros superabsorbentes en la capa la más exterior de inmersión de látex. Se proporciona un sustrato no conductor para la deposición de plata de manera más eficaz y controlada. Es difícil que sustratos no conductores depositen una capa de plata uniforme. Los métodos de realizaciones a modo de ejemplo pueden aumentar el número de sitios capaces de aceptar deposición de plata uniforme. Por tanto, la cantidad de plata sobre los sustratos
30 no conductores de, por ejemplo, catéteres puede aumentarse. Los sustratos pueden ser caucho natural, poliisopreno sintético, caucho de nitrilo, cloropreno, copolímero de estireno-butadieno, etc.

Disoluciones de iones de metal

35 En realizaciones a modo de ejemplo, se proporciona un sustrato no conductor con una película de partículas de metal, tales como partículas de plata. El término "metal" o "metálico" tal como se usa en el presente documento son términos amplios, y debe dárseles su significado común y habitual para un experto habitual en la técnica (y no ha de limitarse a un significado especial o personalizado), y se refiere sin limitación a metales puros, mezclas de dos o más metales, mezclas de metales y no metales, óxidos de metal, aleaciones de metal (por ejemplo, aleaciones de
40 cobre-plata, aleaciones de plata-manganeso, aleaciones de hierro-cobre, aleaciones de cromo-plata, aleaciones de oro-plata y aleaciones de magnesio-plata), mezclas o combinaciones de cualquiera de los materiales mencionados anteriormente, y otras sustancias que contienen al menos un metal. Los metales adecuados incluyen los metales de transición (por ejemplo, metales del grupo VI al grupo XI), metales en el grupo principal y sus óxidos. Además de plata, los metales que pueden depositarse ventajosamente mediante los métodos de realizaciones a modo de
45 ejemplo incluyen, pero no se limitan a, metales del grupo de platino (por ejemplo, platino, paladio, rodio, iridio, rutenio y osmio) u oro, así como otros metales de transición (por ejemplo, Mg, Ni, Cu, Zn, Fe y similares). El metal puede proporcionarse en partículas de tamaño submicrométrico, por ejemplo, nanopartículas o partículas a escala ángstrom; sin embargo, en determinadas realizaciones también pueden emplearse partículas mayores u otras formas. Pueden aplicarse muchos óxidos de metal de grupos de transición y principales, por ejemplo, AgO, u otros
50 óxidos tales como óxido de hierro y óxido de zinc. Aunque se describen determinadas realizaciones en relación con la deposición de plata, se entiende que pueden depositarse otros metales usando métodos similares, tal como apreciará un experto en la técnica.

55 Puede emplearse un único metal u óxido de metal, o puede emplearse una combinación de dos o más metales u óxidos de metal. La combinación puede incluir una mezcla de partículas que tienen cada una diferentes composiciones de metal u óxido de metal. Alternativamente, las partículas en sí pueden contener más de un metal u óxido de metal. Las partículas adecuadas pueden incluir aleaciones de dos o más tipos diferentes de metales, o mezclas o aleaciones de metales y no metales. Las partículas adecuadas también pueden incluir partículas que tienen un núcleo de metal con una capa del óxido de metal correspondiente constituyendo la superficie de la
60 partícula. Las partículas metálicas también pueden incluir partículas de metal u óxido de metal sobre un material de soporte adecuado, por ejemplo, un soporte de sílice o alúmina. Alternativamente, las partículas metálicas pueden incluir partículas que incluyen un núcleo de material de soporte abarcado sustancialmente por una capa de metal u óxido de metal catalíticamente activo. Además de las configuraciones mencionadas anteriormente, las partículas metálicas pueden estar en cualquier otra forma adecuada.

65 Las partículas pueden prepararse mediante cualquier método adecuado tal como se conoce en la técnica. Cuando

se preparan partículas metálicas, los métodos adecuados incluyen, pero no se limitan a, explosión eléctrica de cable, molienda con bolas de alta energía, métodos de plasma, métodos de evaporación y condensación y similares. Sin embargo, en realizaciones a modo de ejemplo, las partículas se preparan por medio de reducción de iones de metal en disolución, tal como se describe a continuación. Alternativamente, cuando se emplea metal de plata, pueden emplearse productos de plata coloidal que están disponibles comercialmente, por ejemplo, los comercializados por Solutions IE, Inc. con los nombres comerciales CS Plus y CS Ultra. Otros productos de plata coloidal que pueden usarse como fuente de plata incluyen ASAP, Sovereign Silver, Silver Max y similares.

Las partículas de realizaciones a modo de ejemplo pueden tener un tamaño de partícula promedio de dimensiones atómicas (tan pequeñas como un átomo) de hasta 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500 o 1000 nm o mayor. En realizaciones a modo de ejemplo, las partículas son de una distribución de tamaño sustancialmente uniforme, es decir, una mayoría de las partículas metálicas presentes tienen un diámetro generalmente dentro de aproximadamente $\pm 50\%$ o menos del diámetro promedio, por ejemplo, dentro de aproximadamente $\pm 45\%$, 40% , 35% , 30% o menos del diámetro promedio, por ejemplo, dentro de $\pm 25\%$ o menos del diámetro promedio, por ejemplo, dentro de $\pm 20\%$ o menos del diámetro promedio. El término "promedio" incluye tanto la media como la moda.

Aunque puede emplearse una distribución de tamaño uniforme, pueden estar presentes partículas individuales que tienen diámetros por encima o por debajo del intervalo especificado, y pueden incluso constituir la mayoría de las partículas presentes, siempre que esté presente una cantidad sustancial de partículas que tienen diámetros en el intervalo especificado. En otras realizaciones, puede ser deseable que las partículas constituyan una mezcla de dos o más distribuciones de tamaño de partícula, por ejemplo, una porción de la mezcla puede incluir una distribución de partículas de tamaño nanométrico, y una porción de la mezcla puede incluir una distribución de partículas de tamaño micrométrico. Las partículas de realizaciones a modo de ejemplo pueden tener diferentes formas. Por ejemplo, una partícula puede constituir una única partícula integrada no adherida a o física o químicamente unida a otra partícula. Alternativamente, una partícula puede constituir dos o más partículas más pequeñas aglomeradas o agrupadas que se mantienen juntas mediante atracciones o enlaces físicos o químicos para formar una única partícula mayor. Las partículas pueden tener diferentes estructuras de nivel atómico, incluyendo, pero sin limitarse a, por ejemplo, cristalina, amorfa y combinaciones de las mismas. En diversas realizaciones, pueden incluirse diferentes combinaciones de partículas que tienen diversas propiedades, incluyendo, pero sin limitarse a, tamaño, forma o estructura de partícula, composición química, cristalinidad y similares.

Las partículas pueden depositarse en una capa delgada y uniforme, por ejemplo, desde aproximadamente 2\AA hasta aproximadamente 2000\AA o más ángstroms de grosor, por ejemplo, una monocapa o menos, o múltiples capas atómicas, hasta grosor micrométrico. En realizaciones alternativas, las partículas pueden depositarse en una capa no uniforme (por ejemplo, como islas o agregados, aislados y/o en contacto con islas o agregados adyacentes). Aunque se comentan grosores de película particulares en el presente documento, alternativamente, las películas pueden describirse en cuanto a peso de plata depositada por unidad de área de superficie del sustrato.

Puede emplearse cualquier método adecuado para aplicar el metal al sustrato no conductor. El sustrato se somete ventajosamente a un procedimiento para aumentar la deposición de plata u otro metal, tal como se describe en el presente documento. Este procedimiento incluye la aplicación de un polímero superabsorbente. Tal como se comentó anteriormente, el metal se deposita sobre el sustrato no conductor a partir de una disolución de sal(es) de metal. Pueden emplearse disoluciones acuosas. Opcionalmente, la disolución de sal de metal puede incluir uno o más agentes hinchantes, tal como se comenta en el presente documento. El sustrato no conductor puede someterse opcionalmente a tratamiento de hinchamiento separado. El sustrato, tras el hinchamiento opcional, se expone entonces a la disolución, por ejemplo, mediante inmersión, pulverización u otros métodos de aplicación. La disolución de deposición de plata puede prepararse nueva, por ejemplo, menos de aproximadamente cuatro horas antes del uso, y puede tener un pH de 8 o más; sin embargo, también pueden emplearse en determinadas realizaciones disoluciones preparadas más de 4 horas antes del uso, o que tienen un pH de menos de 8. Puede prepararse una disolución de deposición nueva tras múltiples usos, puesto que la calidad de la película depositada puede reducirse en determinadas circunstancias si la disolución se usa demasiadas veces. La disolución incluye una sal que contiene plata, por ejemplo, nitrato de plata (AgNO_3), en una cantidad eficaz, por ejemplo, desde aproximadamente 0,01 gramos por litro o menos hasta aproximadamente 0,2 gramos por litro o más, por ejemplo, desde aproximadamente 0,015 gramos por litro hasta aproximadamente 0,02, 0,03, 0,04, 0,05, 0,6, 0,07, 0,08, 0,1, 0,11, 0,12, 0,13, 0,14, 0,15, 0,16, 0,17, 0,18 o 0,19 gramos por litro. Si el contenido en plata está por encima de aproximadamente 0,10 gramos por litro, la plata elemental puede formarse de manera no uniforme, en la disolución o sobre las paredes del recipiente, mientras que si el contenido en plata está por debajo de una cantidad eficaz, no hay suficiente plata para formar una película en el tiempo especificado. Pueden emplearse disoluciones acuosas; sin embargo, también pueden emplearse codisolventes y otros líquidos, por ejemplo, alcoholes o disolventes miscibles en agua, que para determinados sustratos pueden conferir el beneficio de someter la superficie a hinchamiento. Los alcoholes adecuados incluyen alcoholes alifáticos y otros alcoholes que contienen carbono, que tienen, por ejemplo, desde 1 hasta 24 átomos de carbono. Además de alcoholes alifáticos, pueden emplearse alcoholes alicíclicos, alcoholes aromáticos, alcoholes insaturados, así como alcoholes alifáticos, alicíclicos, aromáticos e insaturados sustituidos, etc. Los alcoholes que pueden emplearse incluyen alcoholes C_{1-5} tales como metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanoles y pentanoles. Pueden ser adecuados para su uso alcoholes monohídricos, dihidídricos o

polihídricos. Los disolventes miscibles en agua incluyen, pero no se limitan a, acetona, tetrahidrofurano (THF), dimetilformamida (DMF), dimetilsulfóxido (DMSO) y acetonitrilo.

La disolución de deposición puede contener un agente de reducción presente en cantidad suficiente para reducir la sal que contiene plata a plata elemental. Los agentes de reducción adecuados incluyen formaldehído, sulfato de hidrazina, hidróxido de hidrazina y ácido hipofosfórico, los azúcares reductores, aldehídos orgánicos, aldehídos que contienen hidroxilo, glucosa, manosa, galactosa, xilosa, ribosa y arabinosa. Pueden emplearse otros azúcares reductores que contienen agrupamiento ceto o hemiacetal, por ejemplo, maltosa, sacarosa, lactosa, fructosa y sorbosa. Pueden emplearse azúcares puros, pero también pueden emplearse azúcares y jarabes en bruto tales como miel, jarabe de maíz, jarabe o azúcar invertido y similares. Otros agentes reductores incluyen alcoholes, por ejemplo, alcoholes polihídricos, tales como glicerol, sorbitol, glicoles, especialmente etilenglicol y propilenglicol, y poliglicoles tales como polietilenglicoles y polipropilenglicoles. En realizaciones alternativas, pueden usarse otros agentes reductores, tales como monóxido de carbono, hidrógeno o etileno. El agente reductor puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 0,0005 mililitros por litro de disolución a aproximadamente 0,01 mililitros por litro de disolución o más, por ejemplo, aproximadamente 0,001 mililitros por litro de disolución. Una concentración del agente de reducción demasiado grande puede provocar la deposición de plata en toda la disolución y sobre las paredes del recipiente, mientras que una concentración demasiado pequeña puede dar como resultado una formación de plata metálica insuficiente sobre el sustrato.

En determinadas realizaciones, puede emplearse ventajosamente un agente de control de la deposición en la disolución en una cantidad suficiente para retrasar la reacción de deposición con el fin de evitar que la plata metálica reducida precipite directamente de la disolución como un polvo metálico fino, o que precipite sobre las paredes del recipiente. Los agentes de control de la deposición incluyen azúcar invertido, también conocido como invertosa, ácido succínico, citrato de sodio, acetato de sodio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio y amoníaco. El agente de control de la deposición puede estar presente en una cantidad de desde aproximadamente 0,01 gramos por litro de disolución o menos hasta aproximadamente 0,1 gramos por litro de disolución o más, por ejemplo, aproximadamente 0,05 gramos por litro de disolución. Si está presente demasiado poco, puede producirse la precipitación descrita anteriormente de las partículas de plata metálica de la disolución, mientras que si está presente demasiado, la sal que contiene plata puede volverse demasiado estable para la precipitación sobre el sustrato no conductor.

Las concentraciones del agente de reducción y el agente de control de la deposición pueden ajustarse para lograr los resultados especificados, dependiendo del material del sustrato, el metal, el grosor de la película, las condiciones de deposición y la concentración de metal, por ejemplo, plata en la disolución. Por ejemplo, para películas delgadas, la concentración de sal de plata puede ser relativamente baja, junto con las concentraciones del agente de reducción y el agente de control de la deposición.

En la preparación de la disolución de deposición, cada uno de los componentes de la disolución pueden disolverse individualmente en agua desmineralizada u otro disolvente adecuado; sin embargo, puede ser ventajoso añadir diversos componentes simultáneamente, y/o en cualquier secuencia. Las diversas disoluciones previas que contienen los componentes individuales se mezclan entonces, y opcionalmente se diluyen, en cantidades adecuadas para lograr las concentraciones indicadas previamente. El mezclado de los componentes juntos durante la fase de formación de disolución puede dar como resultado inestabilidad y precipitación de plata prematuramente. Si la disolución va a almacenarse antes de su uso, puede almacenarse en la oscuridad para evitar una deposición prematura.

La sal de plata que es la fuente de la plata depositada puede ser sensible a la descomposición por la luz en el rango visible, y tal luz puede, por tanto, excluirse del procedimiento de deposición. La combinación de sal de plata y agente de reducción, usados en la oscuridad, permite que la plata se reduzca a partir de la sal en un estado coloidal para su deposición sobre la superficie del sustrato. Este estado coloidal es particularmente beneficioso para lograr una buena adhesión de la película de plata completada sobre la superficie del sustrato, buena transparencia como película delgada, biocompatibilidad, respeto por el tejido y no toxicidad. Una o más de estas diversas propiedades pueden aplicarse en diferentes usos de la película delgada. Buena adhesión es una característica en casi todos los usos. Biocompatibilidad, respeto por el tejido y no toxicidad son características en aplicaciones médicas. Transparencia uniforme es una característica para requisitos de instrumentos eléctricos.

La superficie del sustrato se expone a la disolución de deposición mediante cualquier procedimiento apropiado. Puede realizarse la inmersión en la disolución, pero la disolución puede aplicarse mediante cualquier técnica conveniente tal como pulverización o cepillado. La película de plata se deposita de manera uniforme a partir de la disolución a una velocidad que puede controlarse mediante la concentración de la sal de plata. Con una concentración de aproximadamente 0,015 gramos por litro de nitrato de plata, la velocidad de deposición es de aproximadamente 5 ángstrom por segundo a temperatura ambiental (por ejemplo, 20-25°C); aunque en algunos casos la velocidad puede ser tan alta como de aproximadamente 7 ángstrom por segundo a temperatura ambiental, aumentando la velocidad de deposición con la temperatura creciente. Si se especifica una película delgada, la temperatura de deposición se mantiene lo suficientemente baja de modo que la deposición es lenta de manera controlable. Por tanto, puede prepararse una película delgada, repetible y uniforme de aproximadamente 50 ángstrom de grosor mediante inmersión durante, por ejemplo, 10 segundos. Aumentar el tiempo de deposición

aumenta el grosor de la película proporcionalmente, al menos hasta grosores de aproximadamente 2000 ángstrom. Esta relación entre el tiempo de deposición y el grosor de película se presenta como una pauta, y puede obtenerse fácilmente una calibración real para cualquier combinación particular de sustrato y procedimientos de tratamiento. Tras completarse la deposición, el sustrato recubierto se retira de la disolución de deposición y se aclara en agua desmineralizada u otra disolución de aclarado adecuada, y se permite que seque mediante evaporación (por ejemplo, opcionalmente con ayuda de temperatura elevada, vacío y/o circulación de aire u otro(s) gas(es)).

Aunque pueden usarse películas relativamente delgadas en determinadas realizaciones, en otras realizaciones pueden depositarse grosores de película mayores de 2000 ángstrom, por ejemplo, 2500 ángstrom, 3000 ángstrom, 3500 ángstrom, 4000 ángstrom, 4500 ángstrom o 5000 ángstrom o más, según los métodos de realizaciones a modo de ejemplo. Dado que la plata se deposita en los poros de una capa superior del material (por ejemplo, en el caso de una capa superior sometida a exposición a un agente hinchante), o se incorpora mediante adsorción en una capa superior (por ejemplo, un polímero superabsorbente), pueden penetrar cantidades mayores de plata en, o incorporarse mediante, el recubrimiento antimicrobiano que mediante métodos convencionales. Debido a que se incorporan cantidades mayores de plata en el recubrimiento, está disponible más plata antimicrobiana para liberación cuando se usa en práctica clínica, por ejemplo, un catéter de Foley que se coloca dentro de un paciente. Puede observarse mayor actividad antibacteriana y/o duración más larga de la actividad antibacteriana para superficies tratadas según métodos de realizaciones a modo de ejemplo.

Tras la deposición, la plata está presente como un depósito metálico sobre la superficie del sustrato no conductor. Puede usarse en esta condición para algunas aplicaciones, pero en determinadas realizaciones puede estabilizarse para evitar cambios químicos y físicos durante el uso. El depósito de plata metálica puede estabilizarse exponiendo la superficie a una disolución de estabilización. Esta disolución puede prepararse disolviendo al menos aproximadamente 0,001, por ejemplo, desde aproximadamente 0,001 hasta aproximadamente 0,1, por ejemplo, desde aproximadamente 0,02 hasta aproximadamente 0,05, gramos por litro de una sal de un metal del grupo de platino (tal como platino, paladio, rodio, iridio, rutenio u osmio) u oro, por ejemplo, una sal de platino, en ácido clorhídrico diluido u otra disolución ácida. El ácido diluido puede prepararse hirviendo ácido clorhídrico concentrado convencional para eliminar agua, y luego diluir el ácido con agua desmineralizada hasta un pH de desde aproximadamente 3,0 hasta aproximadamente 4,8. La disolución de estabilización puede usarse en el plazo de 8 horas de preparación, y puede descartarse tras 2-3 usos; sin embargo, también pueden ser adecuadas para su uso disoluciones más antiguas o usadas más frecuentemente. La disolución de estabilización se pone en contacto con la superficie durante al menos aproximadamente 5 segundos a temperatura ambiental y durante 1-20 minutos a temperatura ambiental. Tras el tratamiento de estabilización, la superficie del sustrato se aclara en agua desmineralizada u otra disolución de aclarado adecuada y se seca. Entonces está lista para su uso, teniendo un recubrimiento de plata adherente que es uniformemente de un grosor determinado por el tiempo de deposición. Pueden recubrirse grandes números de piezas a la vez usando este enfoque, y las piezas pueden ser de tamaño y forma irregular. El recubrimiento se logra incluso en el interior de pequeños orificios o sustratos porosos si pueden ponerse en contacto las disoluciones con las paredes internas. En algunos casos, las diversas disoluciones pueden forzarse a través de los pequeños orificios para lograr humectación y reacción. Al usar las técnicas de las realizaciones a modo de ejemplo, puede recubrirse plata en orificios de aproximadamente 0,002 milímetros de diámetro o menos.

El tratamiento del procesamiento anterior es sensible a impurezas en las disoluciones, de modo que pueden usarse productos químicos de calidad para reactivos y agua desmineralizada (desionizada).

Sustratos no conductores tratados con polímeros superabsorbentes

Puede emplearse cualquier sustrato no conductor adecuado (o sustrato conductor dotado de un recubrimiento no conductor) en los métodos de realizaciones a modo de ejemplo. En determinadas realizaciones, el sustrato no conductor está dotado de un recubrimiento de polímero superabsorbente.

El término "polímero superabsorbente" tal como se usa en el presente documento es un término amplio, y debe dársele su significado común y habitual para un experto habitual en la técnica (y no ha de limitarse a un significado especial o personalizado), y se refiere sin limitación a un polímero que absorbe un mínimo de 20 veces su propio peso en agua u otro líquido. El polímero puede conservar su identidad y tener suficiente resistencia física para resistir el flujo y la fusión con partículas vecinas, y para hincharse pero no disolverse. Los polímeros que absorben agua, que se clasifican como hidrogeles cuando se reticular, absorben disoluciones acuosas a través de la formación del enlace de hidrógeno con moléculas de agua. La capacidad de un polímero superabsorbente para absorber agua es un factor de la concentración iónica de la disolución acuosa. En agua desionizada y destilada, un polímero superabsorbente puede absorber tanto como 500 veces su peso (desde 30-60 veces su propio volumen), pero cuando se pone en una solución salina al 0,9%, la absorbencia puede caer hasta 50 veces su peso. La presencia de cationes de valencia en la disolución puede impedir la capacidad del polímero para unirse con la molécula de agua.

Los materiales superabsorbentes incluyen polímeros y materiales naturales, biodegradables, sintéticos y naturales modificados. Además, el material superabsorbente puede comprender materiales inorgánicos, tales como geles de

5 sílice, o compuestos orgánicos tales como polímeros reticulados. El término "reticulado" usado en referencia al material superabsorbente se refiere a cualquier medio para hacer eficazmente que materiales normalmente solubles en agua sean sustancialmente insolubles en agua pero hinchables. Tales medios pueden incluir, por ejemplo, enlazamiento físico, dominios cristalinos, enlaces covalentes, asociaciones y complejos iónicos, asociaciones hidrófilas tales como enlaces de hidrógeno, y asociaciones hidrófobas o fuerzas de Van der Waals. La absorbencia y capacidad de hinchamiento totales se controlan mediante el tipo y el grado de agentes reticulantes usados para producir el gel. Los polímeros superabsorbentes reticulados de baja densidad tienen generalmente una mayor capacidad absorbente y se hinchan hasta un mayor grado. Estos tipos de polímeros superabsorbentes también tienen una formación de gel más suave y pegajoso. Los polímeros reticulados de alta densidad presentan menor capacidad absorbente y se hinchan, pero la resistencia del gel es más firme y puede mantener la forma de partícula incluso a presión moderada.

15 Los geles hidrófilos que habitualmente se denominan hidrogeles son redes de cadenas de polímero que se encuentran a veces como geles coloidales en los que agua es el medio de dispersión. Los hidrogeles presentan normalmente la capacidad para hincharse en agua y conservar una fracción significativa (>20%) de agua dentro de su estructura, sin disolverse en agua.

20 Los mecanismos por los que polímeros superabsorbentes absorben líquido pueden incluir cambios reversibles de su estructura cristalina (por ejemplo, gel de sílice y sales inorgánicas anhidras), atrapamiento físico de agua por medio de fuerzas capilares en su estructura macroporosa (por ejemplo, esponja de poliuretano suave), una combinación de los mecanismos mencionados anteriormente e hidratación de grupos funcionales, y disolución y expansión termodinámicamente favorecida de las cadenas macromoleculares limitadas mediante reticulaciones.

25 Materiales de polímero superabsorbente son materiales orgánicos con enorme capacidad de absorción de agua. Los polímeros superabsorbentes como hidrogeles, en relación con su propia masa, pueden absorber y retener cantidades extraordinariamente grandes de agua o disolución acuosa. Estos materiales de absorción ultraalta pueden absorber agua desionizada tanto como el 1000-100 000% (10-1000 g/g) mientras que la capacidad de absorción de hidrogeles comunes no es más del 100% (1 g/g). Los hidrogeles de polímeros superabsorbentes comerciales son generalmente materiales higroscópicos de tipo azúcar de color blanco-amarillo claro. La forma de partícula del polímero superabsorbente (gránulo, fibra, película, etc.) se conserva normalmente tras la absorción de agua e hinchamiento, es decir, la resistencia del gel hinchado debe ser lo suficientemente alta para evitar un estado suelto. Esto es una característica práctica principal que contrasta polímeros superabsorbentes de otros hidrogeles. Hidrogeles y polímeros superabsorbentes que pueden ser adecuados para su uso en realizaciones a modo de ejemplo se describen en los siguientes artículos: Zohuriaan-Mehr *et al.* "Superabsorbent Polymer Materials: A Review". Se han publicado varios artículos para revisión, Iranian Polymer Journal 17 (6), 2008, 451-477; Mathur AM, Moorjani SK, Scranton AB, Methods for synthesis of hidrogel networks: A review, J Macromol Sci-Rev Macromol Chem Phys, C36, 405-430, 1996; Kulicke W-M, Nottelmann H, Structure and swelling of some synthetic, semisynthetic, and biopolymer hydrogels, Adv Chem Ser, 223, 15-44, 1989; Kazanskii KS, Dubrovskii SA, Chemistry and physics of "agricultural" hydrogels, Adv Polym Sci, 104, 97-140, 1992; Bouranis DL, Theodoropoulos AG, Drossopoulos JB, Designing synthetic polymers as soil conditioners, Commun Soil Sci Plant Anal, 26, 1455-1480, 1995; Dutkiewicz JK, Superabsorbent materials from shellfish waste-A review, J Biomed Mater (Appl Biomater), 63, 373-381, 2002; Ichikawa T, Nakajima T, Superabsorptive Polymers (from natural polysaccharides and polypeptides), en: Polymeric Materials Encyclopedia, Salamone (Ed), CRC, Boca Raton (Florida), 8051-8059, 1996; Athawale VD, Lele V, Recent trends in hydrogels based on starch-graft-acrylic acid: A review, Starch/Stärke, 3, 7-13, 2001; Buchholz FL, Recent advances in superabsorbent polyacrylates, Trend Polym Sci, 2, 277-281, 1994; Chin Y-R, Al-Dayel A, Acrylic acid based superabsorbent polymer, Process Economics Program Review n.º 85-1-2, Stanford Research Institute, SRI International, diciembre de 1985; Chatterjee PK, Gupta BS (ed.), Absorbent Technology, Elsevier, Ámsterdam, cap. 1-2, 2002; Buchholz FL, Graham AT, Modern Superabsorbent Polymer Technology, Wiley-VCH, Nueva York, cap. 1-7, 1998; Brannon-Peppas L, Harland RS, Absorbent Polymer Technology, Elsevier, Ámsterdam, cap. 1-4, 1990; y Po R, Water-absorbent polymers: A patent survey, J Macromol. Sci-Rev Macromol Chem Phys, C34, 607-662, 1994. Las técnicas de polimerización en disolución y suspensión usadas para preparar los superabsorbentes de acrilato se han comentado en detalle en Dayal U, Mehta SK, Choudhari MS, Jain R, Synthesis of acrylic superabsorbents, J Macromol Sci-Rev Macromol Chem Phys, C39, 507-525, 1999.

55 Los polímeros superabsorbentes pueden clasificarse en cuatro grupos basándose en la presencia o ausencia de carga eléctrica ubicada en las cadenas reticuladas: electrolito no iónico; iónico (incluyendo aniónico y catiónico); anfótero (anfólito) que contiene tanto grupos ácidos como básicos; y moléculas zwitteriónicas (por ejemplo polibetaínas) que contienen tanto grupos aniónicos como catiónicos en cada unidad de repetición estructural. La mayoría de hidrogeles de polímeros superabsorbentes comerciales son aniónicos. Los polímeros superabsorbentes también se clasifican basándose en el tipo de unidad monomérica usada en su estructura química, por tanto, los polímeros superabsorbentes convencionales incluyen alcohol polivinílico reticulado, polivinilpirrolidona, poliacrilatos y poliacrilamidas; copolímeros hidrolizados de celulosa-poliacrilonitrilo (PAN) o copolímeros de injerto de almidón-PAN; y copolímeros reticulados de anhídrido maleico.

65 Los polímeros superabsorbentes incluyen sintéticos (basados en productos petroquímicos) y naturales. Los últimos pueden dividirse en dos grupos principales, es decir, los hidrogeles basados en polisacáridos y otros basados en

polipéptidos (proteínas). Los polímeros superabsorbentes de base natural se preparan habitualmente mediante la adición de algunas partes sintéticas en los sustratos naturales, por ejemplo, copolimerización de injerto de monómeros de vinilo sobre polisacáridos. Se emplea una variedad de monómeros, principalmente acrílicos, para preparar polímeros superabsorbentes. Se usan muy a menudo ácido acrílico (AA) y sus sales de sodio o potasio, y acrilamida (AM) en la producción industrial de polímeros superabsorbentes. También se usan otros monómeros tales como ácido metacrílico (MAA), metacrilamida (MAM), acrilonitrilo (AN), 2-hidroxiethylmetacrilato (HEMA), ácido 2-acrilamido-2-metilpropanosulfónico (APMS), N-vinilpirrolidona (NVP), ácido vinilsulfónico (VSA) y acetato de vinilo (VAc). En los polímeros superabsorbentes de base natural modificados (es decir, superabsorbentes híbridos) también se usan biopolímeros de tronco tales como celulosa, almidón, quitosano, gelatina y algunos de sus posibles derivados, por ejemplo, carboximetilcelulosa (CMC) como sustrato de modificación.

El compuesto bifuncional N,N'-metilbisacrilamida (MBA) se usa muy a menudo como agente de reticulación soluble en agua. Dimetacrilato de etilenglicol (EGDMA), triacrilato de 1,1,1-trimetilolpropano (TMPTA), y tetraaliloxietano (TAOE) son ejemplos conocidos de agentes reticulantes bi, tri o tetrafuncionales, respectivamente.

Se producen normalmente polímeros superabsorbentes de origen petroquímico a partir de los monómeros acrílicos, más frecuentemente ácido acrílico (AA), sus sales y acrilamida (AM). Los polímeros de hidratos de carbono (polisacáridos) son los materiales orgánicos más económicos y abundantes, disponibles y renovables. Quitina, celulosa, almidón y gomas naturales (tal como xantana, guar y alginatos) son algunos de los polisacáridos más importantes. Generalmente, las reacciones notificadas para preparar los polímeros superabsorbentes a base de polisacáridos se mantienen en dos grupos principales; (a) copolimerización de injerto de monómero(s) adecuado(s) de vinilo sobre polisacárido en presencia de un agente reticulante, y (b) reticulación directa del polisacárido. Los primeros polímeros superabsorbentes comerciales se produjeron a partir de almidón y monómero de AN empleando un agente reticulante.

Los hidrogeles de polímeros superabsorbentes que comprenden polipéptidos como la estructura principal o como parte de su estructura pueden derivarse a partir de proteínas de pescado, soja y a base de colágeno. Las proteínas también pueden modificarse mediante o bien polisacáridos o bien productos sintéticos para producir hidrogeles híbridos con propiedades de superhinchamiento.

Se han usado proteínas a base de colágeno que incluyen gelatina y colágeno hidrolizado (colágeno H; productos de muy bajo peso molecular de hidrólisis de colágeno) para preparar materiales de polímero superabsorbente. También se han empleado homo-poli aminoácidos de ácidos poliaspárticos, poli(L-lisina) y ácidos poliglutámicos para preparar materiales de polímero superabsorbente.

El polímero superabsorbente puede proporcionarse en forma de una disolución, dispersión o suspensión en un disolvente apropiado u otro portador, por ejemplo, líquido. Dependiendo del polímero superabsorbente empleado, puede obtenerse solubilidad, tal como resulta evidente por un gel transparente, ajustando el pH de la disolución. Mientras se mezcla, puede añadirse gradualmente una cantidad de látex elaborado u otro material polimérico que tiene propiedades adhesivas al líquido que contiene polímero superabsorbente para formar una suspensión o disolución homogénea. El procedimiento potencia la cantidad de la deposición de plata.

Un sustrato (conductor o no conductor) puede sumergirse en, pulverizarse, cepillarse o de otro modo aplicarse con una disolución, dispersión, o suspensión del polímero superabsorbente, que incluye opcionalmente látex u otro material adhesivo. Alternativamente, puede sumergirse un molde (por ejemplo, para un guante, fuelle de respirador, balón, barrera de látex bucal, preservativo o similares) o un sustrato (por ejemplo, un catéter urinario, vial, botella o similar) en una disolución o dispersión de látex no conductor una o más veces para acumular capas de látex hasta un grosor especificado, aplicarse un coagulante y permitirse que la capa aplicada se seque. Después de que la capa de látex se acumula hasta el grosor especificado sobre el molde o sustrato, se aplica una disolución, dispersión o suspensión del polímero superabsorbente, que incluye opcionalmente látex u otro adhesivo. Pueden aplicarse una o más capas, tras lo cual el sustrato sumergido se seca (opcionalmente con ayuda de temperatura elevada, aire u otro gas circulante, y humedad reducida).

Se usa normalmente un procedimiento de inmersión de coagulante para producir artículos elastoméricos a partir de látex de sustrato no conductor sintético u otros sustratos poliméricos, tal como se conocen en la técnica (por ejemplo, caucho natural, poliisopreno, policloropreno, nitrilo, látex, látex de nitrilo, copolímero de poliestireno-butadieno, etc.). El coagulante puede aplicarse después de que se han aplicado las capas de látex a un sustrato para fijar el látex tal como se describió anteriormente, o el coagulante puede aplicarse en primer lugar a un molde, forma u otro sustrato y secarse antes de que el sustrato se sumerja en un látex para producir una capa más gruesa de látex sobre el sustrato.

El sustrato así preparado se somete entonces a deposición de plata mediante los métodos descritos en el presente documento. El uso del polímero superabsorbente aumenta la cantidad de plata u otro metal que puede depositarse mediante los métodos de deposición (por ejemplo, deposición a partir de una disolución de sal de metal) descritos en el presente documento.

Sustratos no conductores sometidos a hinchamiento

Además de tratar un sustrato con un polímero superabsorbente para mejorar la deposición de plata u otro metal, el sustrato puede usar una superficie que presenta hinchamiento cuando se pone en contacto con una disolución acuosa que contiene un agente oxidante/activador y/o alcohol u otro disolvente miscible en agua que hinche la superficie del artículo. Sometiendo en primer lugar la superficie a hinchamiento, la cantidad de plata u otro metal que puede depositarse mediante los métodos de deposición (por ejemplo, deposición a partir de una disolución de sal de metal) descritos en el presente documento aumenta. El/los agente(s) oxidante(s) o agente(s) activador(es), si se usa(n), puede(n) aplicarse en una disolución separada como pretratamiento, seguido por la aplicación del/los agente(s) hinchante(s) en una disolución separada, o en una única etapa como una disolución que contiene tanto el/los agente(s) oxidante(s)/activador(es) como el agente hinchante. Los materiales de sustrato adecuados incluyen cualquier material no conductor, tal como, pero no limitado a, látex o silicona, que es capaz de hincharse mediante alcohol u otro disolvente miscible en agua. Por tanto, la superficie puede comprender látex o silicona (por ejemplo, uno o más materiales de sustrato conductor o no conductor), o el artículo puede formarse completamente por látex o silicona. Además, la superficie puede formarse parcial o completamente por el material capaz de hincharse mediante alcohol u otro disolvente miscible en agua. Sin querer restringirse a la teoría, el uso de agentes hinchantes de alcohol o disolvente miscible en agua da como resultado hinchamiento y/o formación de poros en la superficie del sustrato, proporcionando mayor absorción de metal de plata.

Los agentes hinchantes adecuados incluyen alcoholes y disolventes miscibles en agua. El alcohol puede comprender, por ejemplo, y sin limitación, metanol, etanol, propanol, isopropanol, butanol o combinaciones de los mismos. El disolvente miscible en agua puede comprender, por ejemplo, y sin limitación, acetona, tetrahidrofurano (THF), dimetilformamida (DMF), dimetilsulfóxido (DMSO), acetonitrilo y combinaciones de los mismos. Pueden emplearse ventajosamente disoluciones acuosas que contienen uno o más alcoholes, uno o más disolventes miscibles en agua, y combinaciones de los mismos.

El agente oxidante puede ser cualquier compuesto o compuestos que pueden limpiarse y activarse mediante oxidación. El sustrato, tal como un sustrato de látex, puede activarse mediante un pretratamiento de limpieza con una mezcla alcohol/cloro o alcohol/base. Además, un sustrato, tal como un sustrato de silicona, puede limpiarse y activarse mediante el pretratamiento con una base alcohólica, tal como hidróxido de potasio metanólico. Además, la penetración del tratamiento de activación en el sustrato puede mejorarse mediante la adición de alcohol o disolventes miscibles en agua al baño. Determinadas sales de activación, por ejemplo, cloruro de estaño, son ventajosamente solubles en alcohol. Puede usarse ventajosamente una disolución acuosa que contiene ion estaño, por ejemplo, una que contiene 0,1-0,5 gramos por litro de cloruro de estaño. Por ejemplo, el agente oxidante puede ser, por ejemplo, y sin limitación, cloro y/o cualquier compuesto que es capaz de liberar cloro en la disolución acuosa, o al menos un hidróxido, tal como hidróxido de sodio o hidróxido de potasio. Por ejemplo, puede usarse cloro con látex, y puede usarse hidróxido con silicona. Aunque puede emplearse un agente oxidante, en determinadas realizaciones puede ser posible preparar una superficie adecuadamente hinchada sin usar un agente oxidante. Para determinadas superficies no conductoras, por ejemplo, superficies de látex, pueden emplearse ventajosamente hipoclorito de sodio y/o disoluciones de activación de base alcohólica para activar la superficie.

En determinadas realizaciones, el sustrato, tal como un sustrato de látex, puede activarse mediante pretratamiento con un alcohol o una mezcla alcohol/cloro. Alternativamente, un sustrato, tal como un sustrato de silicona, puede activarse pretratando con alcohol, tal como metanol, o una base alcohólica, tal como hidróxido de potasio metanólico. El componente de alcohol, tal como alcohol o alcohol que contiene un agente oxidante, también puede incluirse en la disolución acuosa de al menos una sal de metal. Por tanto, puede haber pretratamiento de la superficie activada con el componente de alcohol y/o el componente de alcohol puede incluirse en la disolución de deposición acuosa de al menos una sal de metal.

El agente hinchante puede aplicarse a un sustrato adecuado en una etapa de pretratamiento y/o el agente hinchante puede incluirse en la disolución de deposición de plata u otro metal, disoluciones de limpieza, disoluciones de aclarado o similares. La inclusión de alcohol u otro disolvente miscible en agua en una o más de las disoluciones hincha la capa superior del sustrato, tal como la superficie del artículo, y permite una mayor adsorción o penetración de productos químicos de tratamiento que produce mayores cantidades de metal depositado (por ejemplo, plata). El nitrato de plata es soluble en disolventes orgánicos acuosos tales como alcohol y THF, haciendo que estos disolventes sean particularmente adecuados para su uso en procedimientos de deposición de plata.

Los métodos de realizaciones a modo de ejemplo pueden usarse en la fabricación de un catéter de Foley que se coloca dentro de un paciente. Los resultados ventajosos según las presentes realizaciones a modo de ejemplo incluyen mejor eficacia clínica asociada con las propiedades antibacterianas mejoradas del dispositivo así preparado.

Pueden llevarse a cabo etapas adicionales de limpieza, de aclarado, de secado y/o de desinfección como parte de los métodos de realizaciones a modo de ejemplo, tal como lo apreciará un experto en la técnica.

Ejemplo 1

El polímero Carbopol® Ultrez 21, un polímero superabsorbente disponible de Lubrizol Corp., Wickliffe, OH, es un polímero de ácido poliacrílico reticulado autohumectante que se sintetiza en una mezcla de codisolventes de acetato de etilo y ciclohexano. El copolímero de acrilato de alquilo C₁₀₋₃₀ reticulado se dispersa en agua con cloruro de sodio, y luego se ajusta a pH por encima de 7,5 para producir un gel transparente. Cuando se mezcla, se añade gradualmente una cantidad de látex elaborado para formar una disolución homogénea. Otros polímeros superabsorbentes tales como Carbopol® 934 (un polímero de poliacrilato reticulado), Carbopol® 940 (un polímero de poliacrilato reticulado) y Carbopol® 980 (un polímero de poliacrilato reticulado) de Lubrizol Corp., Wickliffe, OH y Aqua Keep® SA60S, Aqua Keep® SA60SXII, Aqua Keep® SASSSXII y Aqua Keep® AB60SXII (cada uno compuesto principalmente por poliacrilato de sodio) de Sumitomo Seika Chemical Co., Ltd., Osaka, Japón también son adecuados para la aplicación para modificar la superficie la más superior del sustrato no conductor de un catéter.

Se sumerge un molde en una disolución o dispersión de látex no conductor. Se aplica un coagulante y se permite que la capa sumergida se seque al aire. Después de que la capa de látex se acumula hasta el grosor especificado, el molde se sumerge en una disolución, dispersión o suspensión de un polímero superabsorbente, incluyendo látex. Se aplican una o más capas, tras lo cual el sustrato sumergido se seca en un horno de aire circulante durante 30 minutos a 55°C, luego durante 45 minutos a 85°C. Se retira el molde del horno, se enfría y se desmoldan las capas depositadas del molde.

Puede emplearse opcionalmente un coagulante. El coagulante puede contener, por ejemplo, 40 g de nitrato de calcio, 8 g de carbonato de calcio y 52 g de agua. El molde se sumerge en el coagulante, se seca al aire, y luego permanece en látex de poliisopreno elaborado durante 1-7 minutos, por ejemplo, 2-5 minutos. Tras la inmersión, la película de gel se sumerge en la disolución modificada superabsorbente y luego se lixivia en agua durante 5 minutos, y se seca en un horno de aire circulante durante 30 minutos a 55°C, y finalmente se seca en un horno de aire circulante durante 45 minutos a 85°C.

El artículo de látex así preparado se pone entonces en contacto con una disolución de plata u otra disolución de metal mediante métodos tal como se describe en el presente documento para depositar una capa de plata. El tratamiento del artículo con un polímero superabsorbente con látex antes de la deposición de plata puede potenciar la cantidad de deposición de plata sobre el artículo. Las disoluciones de polímero superabsorbente con látex comprenden (en partes en peso) los componentes tal como se establece en las tablas 1 a 4.

Tabla 1.

Materiales	Partes (seco)	Partes (húmedo)
Agua desionizada	--	70,91
Cloruro de sodio	0,3	0,3
Ultrez 21 modificado, polímero acrílico modificado, Ultrez 21, Lubrizol	0,6	0,6
Hidróxido de potasio	0,4	4,0
Látex sintético elaborado	15	24,19

Tabla 2.

Materiales	Partes (seco)	Partes (húmedo)
Agua desionizada	--	74,36
Cloruro de sodio	0,3	0,3
Polímero acrílico modificado, Ultrez 21, Lubrizol	0,15	0,15
Hidróxido de potasio	0,1	1,0
Látex sintético elaborado	15	24,19

Tabla 3.

Materiales	Partes (seco)	Partes (húmedo)
Agua desionizada	--	72,11
Cloruro de sodio	0,3	0,3
Polímero acrílico modificado, Ultrez 21, Lubrizol	0,4	0,4
Hidróxido de potasio	0,3	3,0
Látex sintético elaborado	15	24,19

Tabla 4.

Materiales	Partes (seco)	Partes (húmedo)
Agua desionizada	--	68,9

Cloruro de sodio	0,56	0,56
Polímero acrílico modificado, Ultrez 21, Lubrizol	0,75	0,75
Hidróxido de potasio	0,56	5,6
Látex sintético elaborado	15	24,19

Ejemplo 2

5 Se prepara un artículo que resiste al crecimiento microbiano. El artículo tiene una superficie que comprende un material que se somete a hinchamiento cuando se pone en contacto con un agente hinchante. Al menos una porción del sustrato, que se construye de un material no conductor, se pone en contacto con una disolución acuosa que contiene un agente oxidante y alcohol u otro disolvente miscible en agua que hincha la superficie del artículo. La porción del sustrato así tratada se pone en contacto con una disolución de activación acuosa; seguido por depositar químicamente una capa de plata de al menos 2-2000 ángstrom de grosor, o más, tratando la superficie activada con 10 una disolución de deposición acuosa de al menos una sal de plata en presencia de un agente de control de la deposición, llevándose a cabo la deposición durante el tiempo suficiente para depositar una capa de plata de grosor especificado. Al menos una de la disolución de activación acuosa o la disolución de deposición acuosa incluye un alcohol u otro disolvente miscible en agua que hincha la superficie del artículo. Tras la deposición de la capa de plata, la superficie se aclara opcionalmente en agua desmineralizada y se seca, opcionalmente con ayuda de 15 temperatura elevada, aire u otro gas circulante, o humedad reducida. Las etapas de aclarado y secado pueden llevarse a cabo entre etapas de activación, oxidación y/o deposición.

Ejemplo 3

20 Se prepara un artículo que resiste al crecimiento microbiano. Se activa al menos una porción del área superficial de un artículo cuyo artículo se construye de un material no conductor; luego se trata la superficie activada con una disolución alcohólica capaz de oxidar y/o hinchar la superficie. Se deposita químicamente una capa de plata de 2-2000 ángstrom de grosor o más tratando la superficie activada con una disolución acuosa de al menos una sal de plata en presencia de un agente de control de la deposición, llevándose a cabo la deposición durante solo el tiempo 25 suficiente para depositar una capa de plata de grosor adecuado. Las etapas de aclarado y secado pueden llevarse a cabo entre etapas de activación, oxidación y/o deposición.

A menos que se defina lo contrario, a todos los términos (incluyendo términos técnicos y científicos) se les dará su significado común y habitual para un experto habitual en la técnica, y no han de limitarse a un significado especial o 30 personalizado a menos que así se defina expresamente en el presente documento. Debe indicarse que el uso de terminología particular cuando se describen determinados rasgos distintivos o aspectos de la divulgación no debe interpretarse que implica que la terminología se está redefiniendo en el presente documento para limitarse a incluir cualquier característica específica de los rasgos distintivos o aspectos de la divulgación con los que la terminología está asociada. Los términos y oraciones usados en esta memoria descriptiva, y variaciones de los mismos, 35 especialmente en las reivindicaciones adjuntas, a menos que se indique expresamente lo contrario, deben interpretarse como abiertos en lugar de limitativos. Como ejemplos de lo anterior, el término "que incluye" debe interpretarse para significar "que incluye, sin limitación", "que incluye pero no se limita a", o similares; el término "que comprende" tal como se usa en el presente documento es sinónimo de "que incluye", "que contiene" o "caracterizado por" y es inclusivo o abierto y no excluye etapas del método o elementos adicionales no mencionados; el término "que tiene" debe interpretarse como "que tiene al menos"; el término "incluye" debe interpretarse como "incluye pero no se limita a"; el término "ejemplo" se usa para proporcionar casos a modo de ejemplo del punto puesto en discusión, no una lista exhaustiva o limitativa del mismo; adjetivos tales como "conocido", "normal", "convencional", y 40 términos de significado similar no deben interpretarse como que limitan el punto descrito a un periodo de tiempo dado o a un punto disponible a partir de un tiempo dado, pero en su lugar debe interpretarse como que abarca tecnologías conocidas, normales o convencionales que pueden estar disponibles o ser conocidas ahora o en cualquier momento en el futuro; y el uso de términos como "preferiblemente", "preferido", "deseado" o "deseable", y palabras de significado similar no debe entenderse como que implica que determinados rasgos distintivos son críticos, esenciales o incluso importantes para la estructura o función de la invención, pero en su lugar se pretende 45 meramente que ilustren rasgos distintivos alternativos o adicionales que pueden o no usarse en una realización particular de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Método para preparar un dispositivo médico antimicrobiano, que comprende:
 - 5 proporcionar un material no conductor;
 - tratar una superficie del material no conductor depositando un polímero superabsorbente sobre la superficie;
 - 10 depositar metal de plata exponiendo la superficie tratada a una disolución acuosa de una sal de plata en presencia de un agente de control de la deposición; y
 - tratar el metal de plata con una cantidad estabilizante de uno o más metales seleccionados del grupo que comprende metales del grupo de platino y oro, mediante lo cual se obtiene un recubrimiento adhesivo, delgado, uniforme, transparente, antimicrobiano y biocompatible que comprende metal de plata,
 - 15 caracterizado porque el polímero superabsorbente se deposita sobre la superficie a partir de una disolución acuosa de un copolímero de acrilato de alquilo C₁₀₋₃₀ reticulado, comprendiendo la disolución acuosa desde 0,1 hasta 1,0 partes en peso de cloruro de sodio, desde 0,05 hasta 1,0 partes en peso del polímero superabsorbente, desde 0,1 hasta 10 partes en peso de hidróxido de potasio y desde 10 hasta 50 partes en peso de látex.
2. Método según la reivindicación 1, en el que tratar la superficie del material no conductor comprende depositar un polímero superabsorbente sobre la superficie y exponer la superficie a un agente hinchante.
- 25 3. Método según la reivindicación 2, en el que depositar un polímero superabsorbente sobre la superficie y exponer la superficie a un agente hinchante se llevan a cabo secuencialmente.
4. Método según la reivindicación 2, en el que el agente hinchante es un alcohol y/o un disolvente miscible en agua, en el que el alcohol se selecciona del grupo que comprende metanol, etanol, isómeros de propanol, isómeros de butanol, isómeros de pentanol y combinaciones de los mismos, y en el que el disolvente miscible en agua se selecciona del grupo que comprende acetona, tetrahidrofurano, dimetilformamida, dimetilsulfóxido, acetonitrilo y combinaciones de los mismos.
- 30 5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además activar la superficie del material no conductor exponiendo la superficie a una base o a un compuesto configurado para liberar cloro, en el que la base es un hidróxido, preferiblemente hidróxido de sodio o hidróxido de potasio, y en el que el compuesto configurado para liberar cloro es cloruro de estaño.
- 40 6. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la superficie no conductora comprende látex, comprendiendo el método además activar la superficie del material no conductor exponiendo la superficie a hipoclorito de sodio o a una disolución de activación de base alcohólica.
- 45 7. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el agente de control de la deposición se selecciona del grupo que comprende citrato de sodio, acetato de sodio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, amoníaco y combinaciones de los mismos.
8. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el metal del grupo de platino es platino o paladio, opcionalmente en combinación con oro.
- 50 9. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la deposición se lleva a cabo en ausencia de un agente reductor.
10. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el sustrato no conductor es látex o silicona.
- 55 11. Método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el dispositivo médico antimicrobiano es un catéter de Foley.
- 60 12. Dispositivo médico antimicrobiano preparado según el método de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.
13. Dispositivo médico antimicrobiano según la reivindicación 12, en el que el dispositivo médico antimicrobiano es un catéter de Foley.