

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 428 567**

51 Int. Cl.:

**B29D 11/00** (2006.01)

**B05D 7/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2007 E 07802833 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2059384**

54 Título: **Método de revestimiento de lentes de contacto**

30 Prioridad:

**25.08.2006 EP 06254456**

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

**08.11.2013**

73 Titular/es:

**SURFACE INNOVATIONS LIMITED (100.0%)  
Redgate House Wolsingham  
County Durham DL13 3HH, GB**

72 Inventor/es:

**BROAD, ROBERT ANDREW y  
BADYAL, JAS PAL SINGH**

74 Agente/Representante:

**ZEA CHECA, Bernabé**

**ES 2 428 567 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Método de revestimiento de lentes de contacto

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento de revestimiento de lentes de contacto para producir una superficie biocompatible humectable y a lentes de contacto que tienen superficies biocompatibles humectables.

**[0002]** La mayoría de las lentes de contacto se forman usando una técnica de polimerización en la que la toda la lente tiene la misma estructura. Las lentes modernas contienen habitualmente siloxanos para mejorar la permeabilidad al oxígeno de las lentes. Sin embargo, la inclusión de siloxanos tiene un efecto perjudicial en la humectabilidad de la lente. Un posible enfoque para superar este problema es revestir la lente de contacto. Es importante que tal revestimiento sea biocompatible. Sin embargo, existen problemas asociados con el revestimiento de las lentes que incluyen la repetitividad tanto del tipo de polímero como también del espesor del revestimiento.

15 **[0003]** Para mejorar considerablemente la permeabilidad al oxígeno de las formulaciones de lentes de contacto hidrofílicas, una solución generalizada ha sido la adición de monómeros hidrofóbicos que contienen sílice y flúor en cantidades considerables. Esto puede conducir a efectos perjudiciales en la humectabilidad y en la biocompatibilidad de las lentes. Los materiales que exhiben una alta permeabilidad a los gases mediante la incorporación de altos niveles de silicio u otros monómeros fuertemente hidrofóbicos diseñados para aumentar la permeabilidad al oxígeno muestran típicamente unas características de humectación muy malas. Estas malas características de humectación pueden conducir a un mal movimiento de la lente en el ojo y, en casos extremos, pueden conducir a la adhesión de la lente al ojo. La mala humectación también puede manifestarse mediante un aumento considerable del deterioro *in vivo* debido a la adhesión de lípidos, proteínas y otras biomoléculas a la superficie de la lente. Se conoce bien en la técnica que se necesitan sortear estos efectos para fabricar una lente de contacto eficaz que incluya altos niveles de monómeros hidrofóbicos en la formulación. Esto se puede conseguir mediante la modificación superficial de la lente para hacer la superficie de la lente considerablemente más humectable.

**[0004]** Por ejemplo, para hacer más hidrofílica una lente de contacto relativamente hidrofóbica, se puede tratar la lente de contacto con un tratamiento de oxidación por plasma gaseoso. Tal proceso se describe en el documento EP1080138 de Valint y *col.* La oxidación por plasma de superficies que contienen silicona, usando, por ejemplo, oxígeno gaseoso, como se describe en el documento EP1080138, es difícil de controlar. Los tratamientos de bajo nivel pueden resultar incompletos y permitir que las propiedades másicas del material permanezcan sin alterar en la superficie. Además, debido a la elevada movilidad de los enlaces de la silicona, la superficie tratada se puede reorientar y, por lo tanto, la superficie tratada con el plasma puede ser inestable. Además, el proceso descrito en el documento EP1080138 produce una superficie química y físicamente heterogénea, con placas que contienen silicatos rodeadas de fisuras que contienen material sin tratar en la superficie de la lente. Esto se agrava por el hecho de que las lentes se deben tratar en un vacío parcial y, por lo tanto, se deben tratar en un estado seco. Las lentes de contacto hidrofílicas se hinchan cuando se hidratan, lo que puede conducir al agrietamiento u otros defectos que aparecen en la superficie tratada que conducen a una superficie heterogénea. De forma ideal, una lente de contacto u otro dispositivo médico debería tener una superficie homogénea.

**[0005]** Un enfoque alternativo es usar una película depositada por plasma gaseoso. Tal técnica se describe con detalle en la patente US 4.312.575 (Peyman y *col.*) y en la patente US 4.632.844 ((Yanagihara y *col.*). Este procedimiento tiene la ventaja de que la película depositada es homogénea, aunque el control preciso de los constituyentes químicos de la superficie es difícil. La deposición de plasma gaseoso, incluso usando técnicas de plasma pulsado, puede conducir a una fragmentación molecular considerable de las especies depositadas, y el control de la química precisa del material depositado es, en consecuencia, malo. Las especies depositadas serán una mezcla de especies dependiendo de las condiciones que se usen.

50 **[0006]** La patente US 6.200.626 (Valint y *col.*) describe un método alternativo de hacer hidrofílica una silicona que contiene superficies hidrofóbicas mediante un procedimiento en tres etapas. En primer lugar, las superficies se tratan con un tratamiento oxidativo de plasma; la superficie tratada oxidativamente se somete a continuación a una reacción de polimerización por plasma en una atmósfera de hidrocarburo; y finalmente la superficie se trata con una polimerización de injerto de radicales libres en solución. Este proceso es complejo e incómodo para la fabricación de un alto volumen de dispositivos médicos tales como lentes de contacto, y el control de tales procesos es difícil.

**[0007]** La patente US 6.465.056 también describe un proceso para el revestimiento de artículos incluyendo artículos biomédicos tales como lentes de contacto.

60 **[0008]** La modificación de las superficies sólidas mediante la unión de un polímero es un medio versátil y efectivo de controlar propiedades interfaciales tales como energía superficial (es decir, el comportamiento de humectación), permeabilidad, bioactividad, y reactividad química. Los beneficios que puede corresponder a un artículo como consecuencia de un revestimiento de polímero incluyen, pero no se limitan a, capacidad de detección química, resistencia al desgaste, barrera gaseosa, filtración, comportamiento antirreflectante, liberación controlada, resistencia a líquidos o manchas, aumento de lubricidad, adhesión, resistencia a proteínas, biocompatibilidad,

estímulo del crecimiento celular y la capacidad de unirse selectivamente a biomoléculas. Aunque se conocen algunos métodos de revestimiento de polímeros y, en particular, de dispositivos médicos tales como lentes de contacto, sería útil disponer de un nuevo método independiente del sustrato para la producción de tales revestimientos.

5

**[0009]** El crecimiento de cadenas poliméricas a partir de grupos iniciadores unidos a superficie, denominado método de "grafting from", es un medio establecido hace largo tiempo para la producción de revestimientos de polímeros bien ordenados y densamente funcionalizados. Las variantes generalmente practicadas de este modelo de revestimiento de polímeros incluyen polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP), polimerización

10 Iniferter, polimerización de radicales libres estables mediada por nitróxido (usando compuestos tales como TEMPO), transferencia de cadena reversible por adición fragmentación (RAFT) basada en ditioester, y polimerización radicalaria iniciada en superficie a partir de iniciadores inmovilizados de tipo azobisbutironitrilo. Tales químicas de "grafting from" se pueden poner en práctica en fase gaseosa, disolventes orgánicos, fase acuosa, y en disolventes supercríticos como se conoce y se describe en la técnica.

15

**[0010]** Por el contrario, las técnicas alternativas de "grafting to", en las que se unen cadenas de polímero preformadas al sustrato, proporcionan a menudo una densidad de injerto comparativamente baja debido a limitaciones de difusión y estéricas en los sitios de unión de superficie.

20 **[0011]** Los métodos tradicionales para la preparación de los grupos iniciadores inmovilizados requeridos para los métodos de "grafting from" adolecen de ser complejos, en múltiples etapas, y son específicos de sustrato. Se puede decir que no existe ningún medio verdaderamente universal para someter cualquier artículo o superficie susceptible a una diversidad de técnicas de "grafting from".

25 **[0012]** La presente invención se refiere al uso de la polimerización por plasma para depositar precursores para procedimientos de polimerización iniciada en superficie. Este método elimina la dependencia de la química de la superficie del sustrato. Además, es capaz de proporcionar un revestimiento estable y repetible sobre un dispositivo médico tal como una lente de contacto.

30 **[0013]** Por lo tanto, en un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de revestimiento de una lente de contacto que comprende las etapas de:

formar una capa de iniciador sobre la superficie de la lente de contacto mediante deposición por plasma de al menos un monómero iniciador; y

35 polimerizar un monómero de propagación sobre la capa de iniciador para formar una capa de revestimiento de un material polimérico sobre la lente de contacto.

**[0014]** En un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona una lente de contacto revestida que comprende una primera capa de revestimiento de un iniciador formada mediante deposición por plasma y una

40 segunda capa de revestimiento.

**[0015]** En un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de revestimiento de una lente de contacto que comprende las etapas de:

45 formar una capa de iniciador sobre la superficie de la lente de contacto mediante deposición por plasma de al menos un monómero iniciador; y

polimerizar un monómero de propagación directamente sobre la capa de iniciador para formar una capa de revestimiento de un material polimérico sobre la lente de contacto,

50 en el cual el monómero iniciador es un material capaz de reaccionar directamente con el monómero de propagación.

**[0016]** El método de la invención es particularmente adecuado para su uso con lentes de contacto. En particular, el método se puede usar para lentes formadas mediante polimerización de monómeros hidrofílicos. Un tipo ejemplar de material de lente de contacto se forma a partir de la reacción de N,N-dimetil metacrilamida (DMA), N-[tris-

55 (trimetilsiloxi) silil propil] metacrilamida (TSMMA), dimetacrilato de tetraetilenglicol (TEGDMA - un agente de reticulación), 2,2-azobis isobutironitrilo (AZBN - un iniciador de polimerización), y N-metil pirrolidona (NMP - un diluyente no reactivo). Las lentes se curan térmicamente en una atmósfera de nitrógeno. En la Tabla 1 se ofrece una formulación de ejemplo.

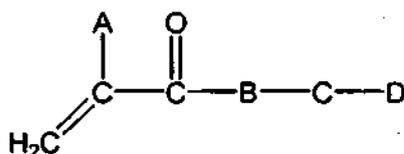
60

Tabla 1

Monómero	% en peso
DMA	39,44
TSMAA	55,16
TEGDMA	0,20
NMP	4,80
AZBN	0,40

**[0017]** El método se puede emplear con cualquier monómero iniciador que sea capaz de depositarse sobre la superficie del dispositivo médico. Los monómeros iniciadores adecuados son los que pueden iniciar directamente la polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP) sin modificación adicional, iniciadores que forman polímeros de plasma que, como consecuencia de su estructura y modo de deposición, poseen funcionalidades de radicales estables (tal como anhídrido maleico polimerizado por plasma) que se pueden usar para iniciar directamente la polimerización de radicales libres en vivo mediada por nitróxido de una diversidad de monómeros (mediadores de nitróxido que incluyen tetrametilpiperidin-1-oxilo, TEMPO), o iniciadores que forman una capa de polímero de plasma que requieren una derivatización adicional antes de que puedan iniciar el crecimiento del polímero. Los monómeros iniciadores particularmente preferentes son cloruro de 4-vinilbencilo, acrilato de 2-bromoetilo, bromuro de alilo, anhídrido maleico, metacrilato de glicidilo y bromuro de alilo.

**[0018]** Los monómeros de propagación preferentes que se usan son monómeros zwitteriónicos. Los monómeros zwitteriónicos preferentes son los de fórmula:



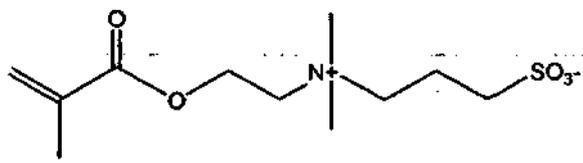
en la cual

20

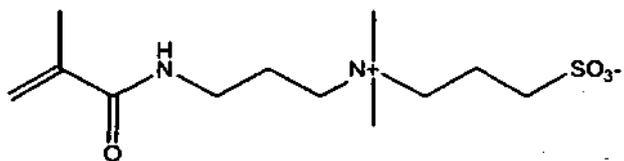
- A es hidrógeno o metilo, preferentemente metilo;
- B = oxígeno o NR<sup>1</sup> en el cual R<sup>1</sup> es H, alquilo C<sub>1-4</sub>, o un grupo C o D como se define posteriormente;
- C = un grupo alquileo de fórmula -(CR<sub>2</sub>)<sub>a</sub>-, en la cual a = 1-12, preferentemente a = 1-6, y
- R es independientemente hidrógeno, alquilo C<sub>1-4</sub> o fluoroalquilo C<sub>1-4</sub>, preferentemente hidrógeno,
- 25 en la cual cada grupo CR<sub>2</sub> puede ser igual o diferente;
- D = un grupo zwitteriónico.

**[0019]** Es preferente que el monómero zwitteriónico sea una sulfobetaina. Son particularmente preferentes N-(3-sulfopropil)-N-metacriloxietil-N,N-dimetilamonio betaína (SPE)

30



N,N-Dimetil-N-(3-metacrilamidopropil)-N-(3-sulfopropil) amonio betaína (SPP)



35

y  
N,N-dimetil-N-(2-acriloxietil)-N-(3-sulfopropil)amonio betaína (SPDA, fabricada por Raschig GMBH).

**[0020]** Otro monómero zwitteriónico preferente que se puede utilizar es 2-metacrilolioxetil fosforil colina (MPC). Otros monómeros zwitteriónicos adecuados son compuestos que contienen tanto un grupo zwitteriónico como un grupo capaz de copolimerización con comonómeros acrílicos o vinílicos a través de un mecanismo de radicales libres.

5

**[0021]** Otros monómeros adecuados incluyen, pero no se limitan, acrilatos y metacrilatos de alquilo inferior sustituido con hidroxilo, por ejemplo metacrilato de 2-hidroxietilo, (met)acrilamida, (alquilo inferior)acrilamidas y -metacrilamidas, por ejemplo N,N-dimetil acrilamida, acrilatos y metacrilatos etoxilados, (alquilo inferior)acrilamidas y -metacrilamidas sustituidas con hidroxilo, alquilo inferior sustituido con hidroxilo vinil éteres, vinilsulfonato sódico, 10 estirenosulfonato sódico, N-vinilpirrol, N-vinil-2-pirrolidona, 2-viniloxazolona, 2-vinil 4,4'-dialquinoxazolin-5-ona, 2- y 4-vinilpiridina, ácidos carboxílicos vinílicamente insaturados que tienen un total de 3 a 5 átomos de carbono, por ejemplo ácido metacrílico, amino(alquilo inferior)- (donde el término "amino" también incluye amonio cuaternario), mono(alquilamino inferior)(alquilo inferior) y acrilatos y metacrilatos de di(alquilamino inferior)(alquilo inferior), alcohol alílico y similares. Preferentemente los monómeros hidrofílicos son N-vinil-2-pirrolidona, N,N-dimetil metacrilamida, y 15 acrilatos y metacrilatos de alquilo inferior sustituido con hidroxilo usados en sí mismos o en cualquier combinación. En la presente solicitud, alquilo inferior se entiende que significa alquilo C1 a C5.

**[0022]** En una realización particularmente preferente de la invención, la polimerización de "grafting from" puede transcurrir directamente a partir de la capa de polímero de plasma depositado. Los polímeros de plasma adecuados 20 para su uso en este aspecto poseen grupos funcionales capaces de actuar como sitios iniciadores para al menos un procedimiento de "grafting from". Por ejemplo, los polímeros de plasma que poseen restos de halógeno transferibles pueden iniciar directamente la polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP) sin modificación adicional. En un ejemplo adicional, los polímeros de plasma que, como consecuencia de su estructura y modo de deposición, poseen funcionalidades de radicales estables (tal como anhídrido maleico polimerizado por plasma) se 25 pueden usar para iniciar directamente la polimerización de radicales libres en vivo mediada por nitróxido de una diversidad de monómeros (mediadores de nitróxido que incluyen tetrametilpiperidin-1-oxilo, TEMPO).

**[0023]** En otro aspecto del método, se lleva a cabo la derivatización adicional de la capa de polímero de plasma antes del "grafting from" de superficie para conseguir beneficios que incluyen, pero no se limitan a, un aumento de la 30 velocidad de polimerización por injerto.

**[0024]** Se conoce el uso de plasmas para la deposición de revestimientos poliméricos sobre una diversidad de superficies. Se reconoce que la técnica es una alternativa limpia, seca, y efectiva en energía y materiales a los métodos químicos estándar húmedos. Los polímeros de plasma se generan típicamente sometiendo a un precursor 35 formador del revestimiento a un campo eléctrico ionizante en condiciones de baja presión. Sin embargo, también se conocen los plasmas a presión atmosférica y presión sub-atmosférica y se utilizan para este fin en la técnica. La deposición ocurre cuando las especies excitadas, generadas por la acción del campo eléctrico sobre el precursor (radicales, iones, moléculas excitadas, etc.), polimerizan en la fase gaseosa y reaccionan con la superficie del sustrato para formar una película de polímero en crecimiento.

40

**[0025]** Hay que tener en cuenta que la utilidad de los revestimientos depositados por plasma se ve a menudo comprometida por la excesiva fragmentación del precursor formador del revestimiento durante el procesamiento por plasma. Este problema se ha abordado en la técnica haciendo que el campo eléctrico aplicado sea pulsado en una 45 secuencia que proporciona una potencia media muy baja, limitando así la fragmentación del monómero y aumentando la semejanza del revestimiento con respecto a su precursor (es decir, mejorando la "retención de monómero"). Los ejemplos de tales secuencias incluyen aquellas en las cuales el plasma se activa durante 20  $\mu$ s y se desactiva durante 1000  $\mu$ s a 20000  $\mu$ s. El documento de Solicitud de Patente Internacional número WO9858117 (de la Secretaría de Estado para la Defensa, GB) describe tal proceso, en el cual se producen revestimientos repelentes de aceite mediante polimerización por plasma pulsado de monómeros de acrilato perfluorados.

50

**[0026]** Las condiciones precisas en las que tiene lugar la polimerización por plasma de una forma efectiva variarán dependiendo de factores tales como la naturaleza del polímero, el sustrato, etc., y se pueden determinar usando métodos de rutina. En general, sin embargo, la polimerización se efectúa adecuadamente usando vapores de 55 compuestos que se seleccionan por su capacidad para iniciar una polimerización de "grafting from", a presiones de 0,01 a 10 mbar, lo más adecuadamente a aproximadamente 0,2 mbar.

**[0027]** A continuación se enciende una descarga luminosa aplicando una tensión de alta frecuencia, por ejemplo a 13,56 MHz. Los campos aplicados tienen adecuadamente una potencia media de hasta 50 W. Las condiciones adecuadas incluyen campos pulsados o continuos, pero son preferentemente campos pulsados. Los pulsos se 60 aplican en una secuencia que proporciona potencias medias muy bajas, por ejemplo de menos de 10 W y preferentemente de menos de 1 W. Los ejemplos de tales secuencias son aquellas en las cuales la energía está conectada durante 20  $\mu$ s y desconectada durante períodos de 1000  $\mu$ s a 20.000  $\mu$ s. Estos campos se aplican adecuadamente durante un periodo suficiente para obtener el revestimiento deseado. En general, serán de 30 segundos a 60 minutos, preferentemente de 2 a 30 minutos, dependiendo de la naturaleza del precursor del 65 polímero de plasma y del sustrato, etc.

**[0028]** Según una realización preferente se proporciona un método de revestimiento de un dispositivo médico con una capa de polímero a partir de monómeros zwitteriónicos que crecen usando un procedimiento de "grafting from" a partir de grupos iniciadores inmovilizados en la superficie que se han preparado mediante, o a través de, deposición por plasma. Las capas precursoras polimerizadas por plasma particularmente adecuadas son las que se pueden utilizar directamente como fuente de grupos iniciadores inmovilizados para el crecimiento de la capa de polímero "grafted from".

**[0029]** Un ejemplo es el crecimiento directo de un revestimiento de sulfobetaína mediante polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP) a partir de revestimientos de polímero de plasma pulsado de cloruro de 4-vinilbencilo, acrilato de 2-bromoetilo o bromuro de alilo, siendo el más preferente el acrilato de 2-bromoetilo.

**[0030]** Un ejemplo adicional es el crecimiento directo de un revestimiento de sulfobetaína mediante polimerización de radicales libres estables mediada por nitróxido a partir de polímeros de plasma que poseen la funcionalidad de radical libre estable, tal como anhídrido maleico depositado por plasma pulsado.

**[0031]** En una realización alternativa de la invención, el revestimiento del polímero de plasma se derivatiza adicionalmente para formar los grupos específicos de iniciador inmovilizado que se requieren para participar posteriormente en tales procedimientos de polimerización de "grafting from" como se conoce en la técnica. Un ejemplo de dicho aspecto del método es la polimerización por plasma pulsado de cloruro de 4-vinilbencilo o acrilato de 2-bromoetilo seguido de la derivatización con dietilditiocarbamato sódico. Los grupos ditiocarbamato producidos mediante esta etapa de derivatización son capaces de iniciar la producción de revestimientos a partir de monómeros zwitteriónicos mediante polimerización Iniferter superficial fotoquímica. El uso de plasmas para producir los sitios de iniciador inmovilizado que se requieren para la polimerización de injerto en superficie proporciona una diversidad de técnicas de revestimiento de "grafting from" universalmente aplicables a una extensa gama de superficies y artículos.

**[0032]** Los métodos de la técnica anterior tales como ATRP superficial, polimerización Iniferter superficial, polimerización de radicales libres estables mediada por nitróxido, y polimerización superficial a partir de iniciadores inmovilizados de tipo azobisbutironitrilo, usan técnicas limitadas a un intervalo comparativamente limitado de sustratos derivatizados por vía química húmeda tales como oro revestido con monocapas autoensambladas de tiol (SAMs), silicio revestido con SAM de agente de acoplamiento de silano, resinas terminadas en hidroxilo derivatizadas con bromuro de 2-bromoisobutilo, y superficies celulósicas que han reaccionado con funcionalidades clorometilfenilo.

**[0033]** Además, la susceptibilidad de las técnicas de deposición por plasma al modelado espacial (por medios que incluyen el enmascarado) confiere un grado adicional de control regioselectivo a los procedimientos de revestimiento de "grafting from" posteriores. Los plasmas adecuados para su uso en el método de la invención que incluyen plasmas de no equilibrio pulsados y de onda continua tales como los que se generan mediante radiofrecuencias, microondas, frecuencias de audio o corriente continua (CC). Pueden operar a presiones atmosféricas o sub-atmosféricas como se conoce en la técnica. El precursor del revestimiento se puede introducir en el plasma en forma de un vapor o de una pulverización atomizada de gotitas líquidas (documento WO03101621, Surface Innovations Limited). En un aspecto preferente de la invención, el plasma que se usa para depositar el precursor del polímero de plasma para el procedimiento de "grafting from" es una descarga luminosa de no equilibrio por radiofrecuencia (RF) en la cual la presión del gas puede ser de 0,01 a 999 mbar y la potencia media está, por ejemplo, entre 0,01 W y 10000 W. Son de especial utilidad para el método las descargas luminosas por radiofrecuencia a baja presión, encendidas a 13,56 MHz, que operan a presiones entre 0,01 y 10 mbar. Los campos aplicados pueden ser campos pulsados o continuos, pero son preferentemente campos pulsados. Los pulsos se aplican preferentemente en una secuencia que proporciona una potencia media muy baja. Los ejemplos de tales secuencias son aquellas en las cuales el plasma está conectado durante 20  $\mu$ s y desconectado durante 1000  $\mu$ s a 20000  $\mu$ s.

**[0034]** El plasma puede comprender el precursor de revestimiento del polímero de plasma (habitualmente un compuesto orgánico monomérico) en sí mismo. Los precursores de revestimiento del polímero de plasma adecuados tienen preferentemente la capacidad de actuar directamente como una capa de iniciador para una técnica de polimerización de unión a superficie (por ejemplo ATRP) o bien pueden proporcionar una capa de iniciador mediante una etapa de derivatización adecuada (por ejemplo, por reacción con dietilditiocarbamato sódico o un iniciador de tipo azobisbutironitrilo).

**[0035]** En realizaciones alternativas de la invención, están presentes materiales adicionales al precursor de revestimiento del polímero de plasma en el aparato de deposición por plasma. Dichos materiales aditivos pueden ser inertes y actuar como tampones sin que se incorpore ninguna parte de su estructura atómica en el polímero de plasma en crecimiento (los ejemplos adecuados incluyen gases nobles). Un tampón de este tipo puede ser necesario para mantener la presión de proceso requerida. Alternativamente, se puede requerir el tampón inerte para mantener la descarga de plasma. Por ejemplo, la operación de plasmas de descarga luminosa a presión atmosférica (APGD) requiere a menudo grandes cantidades de helio. Este diluyente de helio mantiene el plasma por medio de un mecanismo de ionización de Penning sin incorporarse en el revestimiento depositado.

**[0036]** En otras realizaciones de la invención, los materiales aditivos poseen la capacidad de modificar y/o de

incorporarse al material que forma el revestimiento y/o al revestimiento depositado de plasma resultante. Los ejemplos adecuados incluyen gases reactivos tales como halógenos, oxígeno, y amoníaco.

5 **[0037]** En una realización particularmente preferente de la invención, el polímero de plasma depositado posee un grupo halógeno transferible adecuado para participar en la técnica conocida en la técnica como polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP). En este caso, la polimerización iniciada en superficie puede transcurrir directamente tras el revestimiento del polímero de plasma después de la adición de un catalizador basado en cobre (por ejemplo,  $\text{Cu(I)(bpy)}_2\text{Br}$ ) y del monómero de "grafting from" deseado.

10 **[0038]** En un ejemplo específico de esta realización de la invención, el monómero para la polimerización por plasma es cloruro de 4-vinilbencilo. El revestimiento de plasma depositado resultante de poli(cloruro de 4-vinilbencilo) se puede usar a continuación para la polimerización ATRP directa de cualquier monómero adecuado para esta técnica de "grafting from" como se conoce en la técnica. En un ejemplo de esta realización de "injerto ATRP directo" de la invención, el monómero utilizado para la polimerización por plasma es acrilato de 2-bromoetilo. El revestimiento de plasma depositado resultante de poli(acrilato de 2-bromoetilo) se puede usar a continuación para la polimerización ATRP directa de cualquier monómero adecuado para esta técnica de "grafting from" como se conoce en la técnica.

15 **[0039]** En otro ejemplo específico del aspecto de "injerto ATRP directo" de la invención, el monómero utilizado para la polimerización por plasma es bromuro de alilo. El revestimiento de plasma depositado resultante de poli(bromuro de alilo) se puede usar a continuación para la polimerización ATRP directa de cualquier monómero adecuado para esta técnica de "grafting from" como se conoce en la técnica.

20 **[0040]** En otra realización particularmente preferente de la invención, el polímero de plasma depositado posee la funcionalidad de radical libre estable adecuada para participar en técnicas de injerto basadas en radicales libres tales como polimerización por radicales libres estables mediada por nitróxido, o transferencia de cadena reversible por adición fragmentación (RAFT) basada en ditióester. En este caso, la polimerización iniciada en superficie puede transcurrir directamente sobre el revestimiento del polímero de plasma después de la adición de un compuesto de mediación adecuado (por ejemplo, tetrametilpiperidin-1-oxilo, TEMPO) y el monómero de "grafting from" deseado. En un ejemplo específico de esta realización de la invención, el monómero para la polimerización por plasma es anhídrido maleico. El revestimiento de plasma depositado resultante de poli(anhídrido maleico) se puede usar a continuación, en virtud de su funcionalidad de radical libre estable, para la polimerización RAFT o mediada por nitróxido directa de cualquier monómero adecuado para estas técnicas de "grafting from" como se conoce en la técnica.

25 **[0041]** Sin embargo, si fuera necesario, se puede llevar a cabo la derivatización de una película del polímero de plasma que posee radicales antes que la polimerización por injerto para producir beneficios que incluyen un aumento de la velocidad de polimerización por injerto. En un ejemplo de este aspecto adicional de la invención, el revestimiento depositado de plasma de poli(anhídrido maleico) se derivatiza con una amina (tal como alilamina o propilamina) antes del comienzo de la polimerización por injerto. Dicha derivatización con amina resulta en un aumento de la velocidad de la polimerización superficial por injerto.

30 En otro aspecto de la invención el revestimiento depositado de plasma requiere una derivatización adicional antes de la aplicación de la técnica de polimerización de unión superficial (es decir, la etapa de "grafting from"). En una realización particular de este aspecto de la invención, la etapa de derivatización intermedia se lleva a cabo usando dietilditiocarbamato sódico. El polímero de plasma funcionalizado con ditiocarbamato resultante se usa posteriormente como fuente de iniciador unido a la superficie para la fotopolimerización Iniferter de colas de polímero cuasi-en vivo de cualquiera de los monómeros adecuados para esta técnica de "grafting from" que se conocen en la técnica.

35 **[0042]** En otra realización de este aspecto de la invención, la etapa de derivatización intermedia une un iniciador de tipo azobisbutironitrilo. Un ejemplo específico de esta metodología es la deposición por plasma pulsado de poli(metacrilato de glicidilo) seguido de la derivatización con clorhidrato de 2,2'azobis(2-amidinopropano) para producir una superficie capaz de iniciar la polimerización de injerto por radicales libres.

40 **[0043]** En una realización de la presente invención, se lleva a cabo un procedimiento de polimerización iniciada en superficie ("grafting from") posteriormente a la deposición de una capa polimerizada por plasma. En algunas realizaciones de la invención, esta etapa se puede llevar a cabo directamente después de la deposición del polímero de plasma, tras la adición de un monómero o monómeros adecuados y de un compuesto o compuestos catalíticos o mediadores adecuados. En otras realizaciones de la invención, el revestimiento depositado de plasma se derivatiza adicionalmente antes de la aplicación de la técnica de polimerización de unión en superficie (es decir, la etapa de "grafting from").

45 **[0044]** Se puede injertar más de un monómero sobre el sustrato revestido con polímero de plasma durante la etapa de polimerización iniciada en superficie. Los monómeros se pueden polimerizar simultáneamente o, en el caso de las técnicas de polimerización "en vivo" / "cuasi en vivo" (que incluyen, pero no se limitan a, ATRP, mediada por

nitróxido, y polimerización Iniferter), se pueden aplicar sucesivamente para producir copolímeros en bloque, "colas de botella" de polímero y otras arquitecturas de polímero como se conoce en la técnica. El método de la invención puede resultar en un producto completamente revestido en el revestimiento de polímero iniciado en superficie ("grafted from"). En un aspecto alternativo de la invención el revestimiento de polímero iniciado en superficie  
5 ("grafted from") se aplica solamente a dominios superficiales seleccionados.

**[0045]** La restricción del revestimiento de polímero de "grafting from" a dominios superficiales específicos se puede conseguir limitando la etapa de deposición de plasma inicial del método a dichos dominios superficiales específicos. En una realización de este aspecto de la invención, la restricción espacial mencionada anteriormente se consigue  
10 por deposición del revestimiento de plasma a través de una máscara o plantilla.

**[0046]** El patrón que se produce por enmascaramiento se transfiere posteriormente al revestimiento de polímero de "grafted from". Esto produce regiones que exhiben muestra cubiertas con polímero "grafted from" yuxtapuestas con regiones que no exhiben polímero "grafted from". Un medio alternativo para restringir el procedimiento de revestimiento de polímero de "grafting from" a dominios superficiales específicos comprende: depositar el precursor  
15 del polímero de plasma sobre la superficie completa de la muestra, antes de convertir las áreas seleccionadas de este en incapaces de iniciar la etapa de "grafting from". La eliminación / daño selectivo espacial del precursor de plasma depositado se puede conseguir usando numerosos medios como se describe en la técnica. Los métodos adecuados incluyen, pero no se limitan a, grabado con un haz de electrones y exposición a irradiación ultravioleta a  
20 través de una máscara. El diseño de no transmisión de material que posee la máscara se transfiere por lo tanto a las áreas de crecimiento del polímero de "grafted from".

**[0047]** Las realizaciones preferentes de la invención se describirán adicionalmente por referencia a las figuras en las cuales:

25 La Figura 1 muestra una gráfica de RAIRS de la superficie revestida para el conjunto 1;  
La Figura 2 muestra una gráfica de RAIRS de la superficie revestida para el conjunto 2.

Ejemplo 1

30 **[0048]** En el siguiente Ejemplo, las lentes de contacto se revisten con una sulfobetaína polimerizada (poli(N,N-dimetil-N-(3-metacrilamidopropil)-N-(3-sulfopropil) amonio betaína) (SPP)). También se revistieron fragmentos de oblea de silicio y limaduras de oro usando el mismo proceso para proporcionar información adicional del revestimiento.

35 **[0049]** Las lentes de contacto hidrofílicas blandas fabricadas usando la formulación de la Tabla 1 se revistieron con una capa delgada resistente a proteínas de poli(SPP) usando un procedimiento de polimerización radicalaria por transferencia de átomos (ATRP) iniciado desde un polímero de plasma de poli(acrilato de bromoetilo) (BEA) de acuerdo con el método anterior.

40 **[0050]** El método comprendió tres etapas, en concreto:

45 1) deposición del polímero de plasma de poli(BEA);  
2) preparación del catalizador de ATRP; y  
3) injerto por ATRP del poli(SPP).

1) Deposición del polímero de plasma de BEA

50 **[0051]** Se cargó monómero de acrilato de bromoetilo en un tubo de vidrio que puede volver a recuperar la hermeticidad y se purificó usando varios ciclos de congelación-bombeo-descongelación. La polimerización por plasma pulsado se llevó a cabo en un reactor de vidrio cilíndrico (4,5 cm de diámetro, 460 cm<sup>3</sup> de volumen, 2 x 10<sup>-3</sup> Torr de presión base, 1,4 x 10<sup>-9</sup> mol<sup>-1</sup> de tasa de fuga) rodeado por una bobina de cobre (4 mm de diámetro, 10 vueltas, localizado a 15 cm del puerto de entrada de precursor) y encerrado en una jaula de Faraday. La cámara se evacuó usando una bomba rotatoria a 30 l min<sup>-1</sup> unida a una trampa fría de nitrógeno líquido y se monitorizó la  
55 presión con un manómetro Pirani. Todos los ajustes se hicieron sin grasa. Durante la deposición por plasma pulsado se disparó la fuente de alimentación de radiofrecuencia (13,56 MHz) mediante un generador de señal de onda cuadrada, monitorizando la forma del pulso resultante usando un osciloscopio. La impedancia de salida de la fuente de alimentación de RF se equilibró con la carga de gas parcialmente ionizado usando una red de equilibrado L-C.

60 **[0052]** Antes de su uso, el aparato se limpió minuciosamente mediante fregado con detergente, aclarado con propan-2-ol, y secado en horno. En esta fase el reactor se ensambló de nuevo y se evacuó a la presión base. La limpieza adicional comprendió la ejecución de un plasma de aire de onda continua a 0,2 Torr y 40 W durante 20 minutos. A continuación, se insertaron fragmentos de oblea de silicio, limaduras revestidas de oro, y/o lentes (con el lado cóncavo hacia arriba) en el centro del reactor y el sistema se evacuó de nuevo a la presión base. A  
65 continuación se introdujo en la cámara un flujo constante de vapor de monómero BEA a una presión de 0,17 Torr

durante 5 minutos antes de la ignición de plasma.

**[0053]** Se encontró que la retención óptima de grupos funcionales en la superficie requería ráfagas de onda continua de 40 W de una duración de 30  $\mu\text{s}$  ( $t_{\text{on}}$ ), intercalados entre períodos de desconexión ( $t_{\text{off}}$ ) de 10.000  $\mu\text{s}$ . Después de 5 2 minutos de deposición, el generador de RF se desconectó y se permitió la purga del precursor a través del sistema durante otros 5 minutos. A continuación se evacuó de nuevo la cámara a la presión base y se ventiló a la atmósfera. A continuación se dio la vuelta a las lentes (lado convexo hacia arriba) y se repitió el procedimiento.

**[0054]** Por supuesto, es posible revestir en primer lugar la superficie convexa de las lentes, o incluso revestir ambos 10 lados de la lente al mismo tiempo.

**[0055]** La caracterización superficial en esta fase, utilizando espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS), análisis de ángulo de contacto de video (VCA), espectrofotometría, y espectroscopia infrarroja de superficie (usando un accesorio de reflexión absorción, RAIRS), confirmó que cada tratamiento de plasma resultó en la 15 deposición satisfactoria de una capa de aproximadamente 100 nm de espesor de poli(BEA) exhibiendo un alto nivel de retención de funcionalidad del monómero.

## 2) Preparación del catalizador de ATRP

**[0056]** Antes del injerto de poli(SPP) sobre las lentes revestidas del polímero de plasma de BEA, se preparó un 20 catalizador de ATRP que contenía bromuro de cobre (I) y de cobre (II). La fabricación de cada lote de este catalizador (suficiente para aproximadamente 5-10 lentes) comprendió las siguientes etapas:

i) se pipetearon 2,184 ml de N,N,N',N',N"-pentametildietilentriamina (PMDETA) (99% de pureza, Aldrich) y 1,0 ml 25 de metanol en un tubo de vidrio que puede volver a recuperar la hermeticidad y se purificó adicionalmente usando ciclos repetidos de congelación-bombeo-descongelación.

ii) se añadieron 0,5507 g de Cu(I)Br y 0,0857 g de Cu(II)Br<sub>2</sub> al líquido desgasificado todavía congelado y se 30 evacuó de nuevo inmediatamente para retirar el oxígeno y prevenir una oxidación adicional.

iii) descongelación de la mezcla seguida de sonicación, todavía al vacío, durante dos minutos.

**[0057]** El complejo de catalizador de cobre de color verde oscuro resultante se almacenó a continuación en una 35 atmósfera de nitrógeno libre de oxígeno; se tomaron alícuotas según necesidades para el injerto por ATRP posterior.

## 3) Injerto por ATRP

**[0058]** El injerto de una capa de poli(SPP) resistente a proteínas sobre cada la lente separada revestida del polímero 40 de plasma de BEA se llevó a cabo pipeteando 2,5 ml de agua desionizada en un tubo de vidrio que puede volver a recuperar la hermeticidad y desgasificado mediante ciclos múltiples de congelación-bombeo-descongelación. A esto, mientras se encontraba al vacío, se añadió una alícuota de 0,212 ml del complejo de Cu(I)Br/Cu(II)Br<sub>2</sub> preparado previamente (que cambió de un color gris oscuro a un color azul marino).

**[0059]** Mientras tanto, en otro tubo de vidrio que puede volver a recuperar la hermeticidad, se añadieron 1,6442 g de 45 SPP a la lente revestida del polímero de plasma de BEA y a una limadura de oro o a una pieza de oblea de silicio (dependiendo del medio de caracterización de superficie que se fuera a emplear) y se evacuó cuidadosamente la mezcla en seco.

**[0060]** A continuación la mezcla de agua y del catalizador de cobre se vertió sobre el monómero SPP y los sustratos 50 revestidos del polímero de plasma, mientras se encontraban todavía al vacío. A continuación se procedió al injerto en superficie tras la disolución de la mezcla de reacción (estimulada mediante una agitación inicial suave) durante dos horas. Después de este período se detuvo la reacción de ATRP mediante la exposición al aire ambiente y el injerto sobre los sustratos se aclaró en una serie de viales limpios de agua desionizada. A continuación se almacenó la lente revestida en un vial limpio adicional de agua y la oblea de silicio / limadura de oro revestidas se secaron y se conservaron para su análisis.

**[0061]** A continuación se usó la caracterización de superficie, mediante una combinación de espectroscopía de 55 fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS), análisis de ángulo de contacto de video (VCA), espectrofotometría, y espectroscopia infrarroja de superficie (usando un accesorio de reflexión absorción, RAIRS), para confirmar que cada oblea de silicio / limadura de oro (y por lo tanto cada lente), se había injertado satisfactoriamente con una capa de poli(SPP) mediante el procedimiento de ATRP. La validez de esta suposición se comprobó periódicamente 60 mediante caracterización directa por XPS de lentes de contacto revestidas de poli(SPP) de reserva.

**[0062]** Cada muestra injertada exhibió típicamente una superficie completamente humectable correspondiendo 65 estrechamente las abundancia atómicas de superficie por XPS a los valores teóricos de poli(SPP): % C = 63,2, % O = 21,1, % N = 10,5, y % S = 5,3. Los espectros infrarrojos exhibieron una mezcla de bandas que se originaron a partir tanto del monómero SPP como de la capa de iniciador de poli(BEA).

ResultadosÁngulos de contacto de las lentes de contacto revestidas

5  
 [0063] Se midieron los ángulos de contacto de gota colocada (agua en aire) usando un analizador de ángulo de contacto Dataphysics OCA 15 con un adaptador de lentes de contacto. Las lentes se equilibraron y se midieron en tampón salino de bicarbonato. Se revistieron los conjuntos de lentes 1 y 2 con monómero de sulfobetaina usando el proceso que se ha descrito anteriormente. Se midieron los ángulos de contacto (gota colocada y burbuja cautiva) en las lentes después del tratamiento de revestimiento.

15  
 [0064] Estas mismas lentes se sometieron a continuación a un ensayo de resistencia al frotamiento, para establecer la durabilidad inmediata del revestimiento. Se colocó cada lente en la palma de una mano cubierta con un guante de látex, y se aplicó agua de calidad de HPLC a la lente de modo que la lente quedara cubierta. A continuación la lente se frotó entre la palma y un dedo cubierto con un guante de látex durante 30 segundos para simular un ciclo de limpieza al que la lente pudiera ser sometida en uso. A continuación se repitieron las medidas de gota colocada en las lentes después del tratamiento de frotamiento.

20  
 [0065] Los resultados indican que la superficie humectable es resistente a este ensayo. No fue posible ninguna medición por el método de burbuja cautiva. No fue posible conseguir que la burbuja de aire se adhiriera a la superficie de la lente durante un tiempo lo suficientemente largo como para que se tomara una medida.

25  
 [0066] El ejercicio anterior se repitió para dos conjuntos de lentes 3 y 4 adicionales para ensayar la reproducibilidad de conjunto a conjunto del proceso de revestimiento. Estas lentes no se sometieron al ensayo de resistencia al frotamiento.

[0067] Los datos indican que el proceso es consistente dentro de un conjunto, y de conjunto a conjunto. Los resultados se muestran en la Tabla 2 y en la Tabla 3.

Tabla 2

Nº de conjunto	Ensayo	Número de lentes	Ángulo de contacto medio	Desviación estándar
1 (pre-frotamiento)	Gota colocada pre-frotamiento	3	23,3	7,1
2 (pre-frotamiento)	Gota colocada pre-frotamiento	3	15,3	3,9
1 (post-frotamiento)	Gota colocada post-frotamiento	3	21,3	5,5
2 (post-frotamiento)	Gota colocada post-frotamiento	3	14,7	7,6

30

Tabla 3

Nº de conjunto	Ensayo	Número de lentes	Ángulo de contacto medio	Desviación estándar
3 (pre-frotamiento)	Gota colocada pre-frotamiento	5	15,2	2,4
4 (pre-frotamiento)	Gota colocada pre-frotamiento	5	15,2	3,6

Análisis de la superficie de las lentes de contacto

35  
 [0068] La superficie de las lentes se analizó usando espectroscopía de fotoelectrones emitidos por rayos X usando un espectrómetro electrónico VG ESCALAB II equipado con una fuente de rayos X de Mg  $K_{\alpha 1,2}$  no monocromada (1253,6 eV) y un analizador hemisférico concéntrico. Se recogieron los electrones foto-emitidos con un ángulo de radiación de 30° con respecto a la normal del sustrato, con la detección de electrones en el modo de energía de analizador constante (CAE, energía de paso = 20 eV). Los dos conjuntos de lentes 1 y 2 mostraron un análisis de la superficie similar a los resultados predichos para el poli(SPP). Los resultados se muestran en la Tabla 4.

40

Tabla 4

Conjunto	% C	% O	% N	% S	% Si	% Br
Poli(SPP)	63,2	21,1	10,5	5,3	0	0
1C	64,1	21,0	6,6	3,1	3,5	1,8
1F	64,8	20,8	6,0	2,9	3,3	2,1
2B	65,2	21,0	7,1	3,5	2,8	0,5
2G	64,5	20,7	8,1	3,8	2,5	0,3

#### Análisis de la superficie de las superficies de oro

- 5 **[0069]** Las superficies de oro revestidas se analizaron mediante XPS como anteriormente y mediante espectroscopia infrarroja de reflexión-absorción (RAIRS) usando un espectrómetro Perkin Elmer Spectrum One FTIR operando con una resolución de  $4 \text{ cm}^{-1}$  en el intervalo de  $700\text{-}4000 \text{ cm}^{-1}$ . El instrumento se equipó con un detector MCT refrigerado con nitrógeno líquido y un accesorio de espectroscopia de reflexión-absorción (RAIRS) (Specac, polarizador p KRS-5 ajustado a un ángulo de reflexión de  $66^\circ$ ). Los resultados confirman la presencia de poli(SPP)
- 10 injertado en la parte superior de la capa de iniciador de polímero de plasma de acrilato de bromoetilo como se muestra en la Tabla 5 y en las Figuras 1 y 2.

Tabla 5

Conjunto	% C	% O	% N	% S	% Si	% Br
Poli(SPP)	63,2	21,1	10,5	5,3	0	0
1B	66,9	21,2	7,1	3,7	0	1,1
1D	65,5	20,2	9,4	4,6	0	0,3
1F	66,6	24,4	5,6	3,1	0	0,4
2B	65,1	20,2	9,2	4,6	0	0,9
2D	65,6	20,4	7,9	4,2	0	1,9
2E	65,2	21,9	6,4	3,5	0	3,1
2F	66,2	19,7	8,6	4,5	0	1,0

**[0070]** Las Figuras 1 y 2 demuestran que la capa de polímero es una capa de poli(SPP).

15

#### Análisis de la superficie de la superficie de silicio

- [0071]** Las superficies de silicio se analizaron mediante XPS como anteriormente y mediante reflectometría usando un Espectrofotómetro NKD-6000 (de Aquila Instruments Limited) para medir el espesor del revestimiento. Los
- 20 resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5

Conjunto	% C	% O	% N	% S	% Si	% Br	Espesor de la película (nm)
Poli(SPP)	63,2	21,1	10,5	5,3	0	0	-
1C	66,5	19,4	8,8	4,5	0	0,7	220
1E	66,9	19,7	8,6	4,2	0	0,6	170-270
1G	66,6	20,0	8,2	4,1	0	1,2	34
2A	65,9	20,4	7,3	3,9	0	2,5	19
2C	65,5	20,4	8,7	4,2	0	1,2	88
2E	65,7	20,7	7,0	3,5	0	3,1	36

**[0072]** El método anterior produjo lentes de contacto revestidas.

**[0073]** Otras realizaciones de la presente invención serían evidentes para los expertos en la materia.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Método de revestimiento de una lente de contacto que comprende las etapas de:
  - 5 formar una capa de iniciador sobre la superficie de la lente de contacto mediante deposición por plasma de al menos un monómero iniciador; y  
polimerizar un monómero de propagación sobre la capa de iniciador para formar una capa de revestimiento de un material polimérico sobre la lente de contacto
- 10 2. Método de revestimiento de una lente de contacto de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el monómero de propagación es un monómero zwitteriónico.
3. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende una etapa adicional de derivatización de la capa de iniciador antes de la formación de la capa de revestimiento.
- 15 4. Método de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual la derivatización se lleva a cabo usando dietilditiocarbamato sódico o un iniciador de azobisbutironitrilo.
5. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el cual el monómero iniciador es un material capaz de reaccionar directamente con el monómero de propagación; y
- 20 el monómero de propagación se polimeriza directamente sobre la capa de iniciador para formar la capa de revestimiento del material polimérico sobre la lente de contacto.
6. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, o la reivindicación 5, en el cual la capa de iniciador posee restos de halógeno transferibles o funcionalidades de radicales estables.
- 25 7. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual el monómero de propagación es una sulfobetaina.
- 30 8. Método de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 7, en el cual el monómero de propagación es N-(3-Sulfopropil)-N-metacriloxietil-N,N-dimetilamonio betaína, N,N-Dimetil-N-(3-metacrilamidopropil)-N-(3-sulfopropil)amonio betaína o N,N-dimetil-N-(2-acriloxietil)-N-(3-sulfopropil)amonio betaína.
9. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual se usa un monómero no zwitteriónico en combinación con el al menos un monómero zwitteriónico para formar la capa de
- 35 polímero.
10. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la capa de iniciador se forma a partir de deposición por plasma de al menos uno de cloruro de 4-vinilbencilo, acrilato de 2-bromoetilo, anhídrido maleico, metacrilato de glicidilo y bromuro de alilo.
- 40 11. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la capa de revestimiento se forma usando un proceso de polimerización de "grafting from".
- 45 12. Método de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual la capa de revestimiento se forma usando polimerización radicalaria por transferencia de átomos, polimerización de radicales libres estables mediada por nitróxido, polimerización Iniferter superficial o polimerización superficial a partir de iniciadores inmovilizados de tipo azobisbutironitrilo.
- 50 13. Método de revestimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el cual la capa de iniciador se forma sometiendo el monómero iniciador a un campo eléctrico ionizante a baja presión.
14. Método de revestimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el cual el campo eléctrico es pulsado.
- 55 15. Método de revestimiento de una lente de contacto de acuerdo con la reivindicación 1; en el cual el monómero iniciador es un material capaz de reaccionar directamente con el monómero de propagación, y el monómero de propagación se polimeriza directamente sobre la capa de iniciador.
16. Lente de contacto revestida, revestida mediante el método de la reivindicación 1 y que comprende una primera
- 60 capa de revestimiento de un iniciador formado mediante deposición por plasma y una segunda capa de revestimiento.
17. Lente de contacto de acuerdo con la reivindicación 16, en la cual la segunda capa de revestimiento de polímero es el producto de reacción de monómeros que comprenden monómeros zwitteriónicos.

18. Lente de contacto de acuerdo con la reivindicación 17, en la cual los monómeros zwitteriónicos comprenden una sulfobetaína.

Figura 1

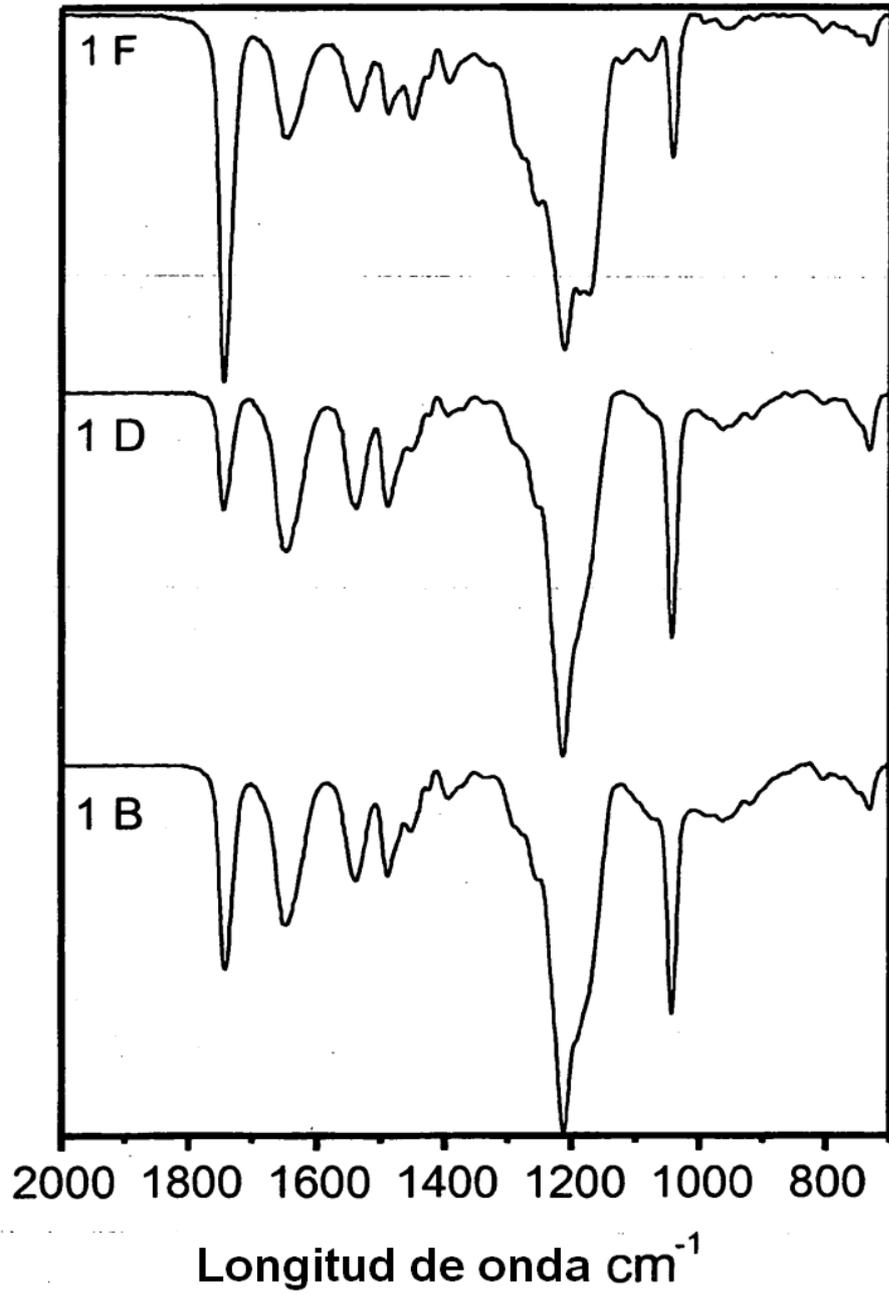
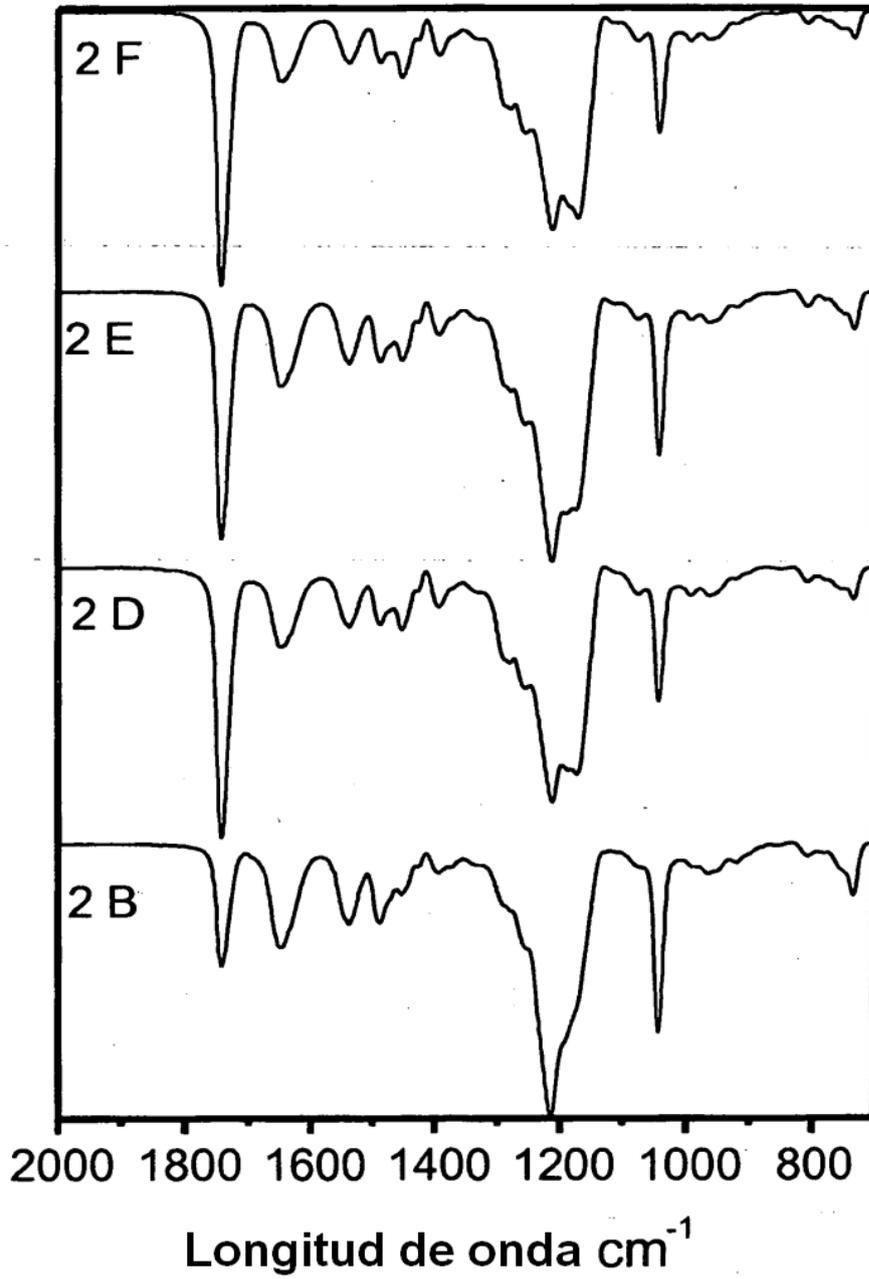


Figura 2



**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

10

- EP 1080138 A, Valint **[0004]**
- US 4312575 A, Peyman **[0005]**
- US 4632844 A, Yanagihara **[0005]**
- US 6200626 B, Valint **[0006]**
- US 6465056 B **[0007]**
- WO 9858117 A **[0025]**
- WO 03101621 A **[0033]**