

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 762 447**

51 Int. Cl.:

A61L 27/34 (2006.01)
C08J 3/28 (2006.01)
C08J 3/09 (2006.01)
A61L 27/50 (2006.01)
A61L 29/06 (2006.01)
A61L 29/04 (2006.01)
A61L 29/14 (2006.01)
A61L 29/08 (2006.01)
C08J 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.09.2011 PCT/US2011/054230**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2012 WO12047755**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.09.2011 E 11831368 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.11.2019 EP 2624871**

54 Título: **Matriz polimérica hidrófila y lúbrica funcionalizada y métodos de uso de la misma**

30 Prioridad:

06.10.2010 US 390212 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.05.2020

73 Titular/es:

**AST Products, Inc. (100.0%)
Nine Linnel Circle
Billerica, MA 01821, US**

72 Inventor/es:

LEE, WILLIAM

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 762 447 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

Matriz polimérica hidrófila y lúbrica funcionalizada y métodos de uso de la misma

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un insertor de lente intraocular y a un método para modificar un insertor de lente intraocular.

Antecedentes de la invención

10 Los materiales poliméricos sintéticos se usan ampliamente hoy en día para fabricar innumerables productos, incluyendo dispositivos médicos. Muchos de dichos dispositivos médicos, debido a su hidrofobicidad intrínseca superficial, por ejemplo, los insertores para lentes intraoculares, los dispositivos médicos intervencionistas o lentes de contacto, requieren una superficie hidrófila y/o lúbrica.

15 En los últimos años se han desarrollado varios métodos para aplicar recubrimientos hidrófilos sobre sustratos poliméricos. Sin embargo, casi todos los métodos implican la adsorción física del recubrimiento sobre el sustrato polimérico, o involucran en un proceso de recubrimiento de múltiples etapas que es costoso y requiere mucho tiempo, o producen un recubrimiento que es demasiado grueso, especialmente para un dispositivo de entrega de IOL en el que puede causar daños a las IOL, o producir un recubrimiento que no puede soportar la esterilización por vapor de agua, o producir un recubrimiento que no puede almacenarse en estado húmedo, por ejemplo, agua o solución salina, durante un período de años. Como resultado, sigue existiendo la necesidad de un recubrimiento hidrófilo y lúbrico fino, duradero y esterilizable en autoclave, así como procesos de recubrimiento más simples y menos costosos.

20 Aunque la mayoría de las lentes de contacto actualmente comercializadas son hidrófilas en gran medida, muchos usuarios aún experimentan molestias, particularmente con aquellas lentes de contacto que usan silicona como parte del polímero base. Se han realizado varios enfoques de recubrimiento para hidrofilar lentes de contacto a base de silicona, pero debido a la característica de la silicona misma, todos los enfoques habían fallado hasta ahora. Como resultado, sigue existiendo la necesidad de métodos mejorados para hidrofilar las lentes de contacto, así como procesos de recubrimiento más simples y menos costosos.

25 El documento US 5,344,455 está relacionado con artículos compuestos por agentes bioactivos acoplados o repelidos por un polímero de injerto que está unido a una superficie de sustrato polimérico. Los artículos son útiles como dispositivos médicos tromboresistentes y/o antimicrobianos.

30 El documento WO 01/17575 A1 está relacionado con un método de recubrimiento de un sustrato, en donde el método comprende exponer un sustrato a un iniciador capaz de iniciar una reacción de polimerización por injerto en el sustrato, para generar sitios de radicales reactivos en la superficie del sustrato; poner en contacto el sustrato con una composición que comprende uno o más monómeros en un medio que tiene una hidrofilia diferente en comparación con el sustrato, e injertar moléculas de monómero sobre el sustrato formando enlaces covalentes entre las moléculas de monómero y el sustrato en sitios de radicales reactivos en la superficie del sustrato.

35 El documento US 6,387,379 B1 está relacionado con un método para modificar la superficie de un material adaptado para ponerse en contacto con el objetivo de un animal humano o no humano para impartir propiedades biofuncionales, bioactivas o biomiméticas a la superficie.

Sumario de la invención

40 El problema subyacente a la presente invención se resuelve mediante el tema de las reivindicaciones independientes adjuntas; las realizaciones preferidas pueden tomarse de las reivindicaciones dependientes adjuntas.

Más específicamente, el problema subyacente se resuelve en un primer aspecto mediante un insertor de lente intraocular que comprende: un polímero base de polipropileno que tiene una o más superficies injertadas, las superficies injertadas comprenden una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.

45 En una realización del primer aspecto, el polímero base tiene una geometría tubular que define un lumen, donde la superficie luminal comprende una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.

En una realización del primer aspecto, el polímero base tiene una superficie cóncava y una superficie convexa, y la superficie cóncava y la superficie convexa incluyen una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.

50 Más específicamente, el problema subyacente se resuelve en un segundo aspecto mediante un método para modificar un insertor de lente intraocular que comprende: obtener un polímero base que es hidrófobo e injertar en él una superficie modificada, dicha superficie modificada que tiene una matriz superficial injertada de copolímeros hidrófilos y lúbricos, comprendiendo además el método de injerto las etapas de:

a. poner en contacto el polímero base con una composición modificadora de la superficie que comprende: un monómero reactivo hidrófilo, un monómero reactivo lúbrico y un alcohol; y

b. iniciar la formación de radicales en el polímero base;

5 injertando de ese modo los monómeros reactivos hidrófilos y los monómeros reactivos lúbricos sobre la superficie del polímero base proporcionando de ese modo una superficie hidrófila sobre el polímero base hidrófobo.

10 En una realización del segundo aspecto, el polímero base es una matriz hidrófoba a granel seleccionada del grupo que consiste en polipropileno, policarbonato, polietileno, acrilbutadieno estireno, poliamida, policlorotrifluoroetileno, politetrafluoroetileno, cloruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, poli(cloruro de vinilo), poldimetilsilixano, tereftalato de polietileno, etileno-tetrafluoroetileno, etileno-clorotrifluoroetileno, perfluoroalcoxi, estireno, polimetilpenteno, polimetilmetilacrilato, poliestireno, poliéter étercetona, tetrafluoroetileno, poliuretano, poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de 2-hidroxietilo), nylon, amida de bloque de poliéter y silicona.

En una realización del segundo aspecto, el polímero base es polipropileno o policarbonato que forma un dispositivo de suministro de lente intraocular que tiene una superficie luminal que comprende una matriz polimérica hidrófila y lúbrica injertada.

15 En una realización del segundo aspecto, el polímero base es silicona que forma una lente de contacto que tiene una superficie cóncava y una superficie convexa, y la superficie cóncava y la superficie convexa comprenden la matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.

20 En una realización del segundo aspecto, el monómero reactivo hidrófilo está presente en las composiciones copoliméricas modificadoras de la superficie en una cantidad de 10% en peso a 90% en peso y se selecciona del grupo que consiste en: ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, metacrilato de 2-hidroxietilo, N-vinilpirrolidona, sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de butilaminoetilo terciario y dimetilaminopropil acrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno sulfónico y sales de los mismos, acrilato de hidroxipropilo, vinilpirrolidona, dimetil acrilamida, monometacrilato de etilenglicol, monoacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de trietilenglicol y metacrilato de trietilenglicol, preferiblemente el monómero reactivo hidrófilo es 2-metacrilato de hidroxietilo.

30 En una realización del segundo aspecto, el monómero reactivo lúbrico está presente en las composiciones copoliméricas modificadoras de la superficie en una cantidad de 10% en peso a 90% en peso, y se selecciona del grupo que consiste en: ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, metacrilato de 2-hidroxietilo, N-vinilpirrolidona, sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de butilaminoetilo terciario y dimetilaminopropil acrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno sulfónico y sales de los mismos, acrilato de hidroxipropilo, vinilpirrolidona, dimetilacrilamida, monometacrilato de etilenglicol, monoacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de trietilenglicol y metacrilato de trietilenglicol, preferiblemente el monómero reactivo lúbrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico o ácido acrílico.

En una realización del segundo aspecto, la formación de radicales en el polímero base se inicia por una fuente de energía radiante que es la radiación de electrones acelerados.

40 En una realización del segundo aspecto, el método comprende además aplicar la fuente de energía radiante al polímero base mientras el polímero base se sumerge en una disolución confinada de monómeros reactivos.

En una realización del segundo aspecto, el disolvente se selecciona del grupo que consiste en: metanol, etanol, butanol, alcohol isopropílico, acetonitrilo, hexano, tolueno, acetona, ciclohexano, tetrahidrofurano, dimetil sulfóxido y N, N-dimetilformamida.

45 En una realización del segundo aspecto, el método comprende además

a. retirar el polímero base injertado del recipiente;

b. tratar el polímero base injertado con agua y opcionalmente un segundo disolvente; y

c. secar el polímero base injertado.

En una realización del segundo aspecto,

50 (a) el polímero base es polipropileno, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lúbrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol; o

(b) el polímero base es policarbonato, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lúbrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol; o

(c) el polímero base es silicona, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lúbrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol.

5 La presente descripción se refiere a diversas composiciones poliméricas injertadas, métodos para injertar una matriz polimérica híbrida hidrófila y lúbrica sobre polímeros base, y diversos dispositivos médicos poliméricos que tienen tales composiciones poliméricas injertadas.

Una composición polimérica injertada incluye una superficie hidrófila, dicha superficie hidrófila que tiene una matriz superficial injertada secundaria de copolímeros hidrófilos y lúbricos, describiéndose el método de injerto mediante
10 las etapas de: poner en contacto un polímero base con una composición modificadora de superficie que tiene un monómero reactivo hidrófilo, un monómero reactivo lúbrico y un disolvente; e iniciar la formación de radicales en el polímero base, injertando así los monómeros reactivos hidrófilos y los monómeros reactivos lúbricos en la superficie del polímero base.

Este método también es útil para modificar un polímero base hidrófobo. Se obtiene un polímero base que es
15 sustancialmente hidrófobo y una superficie hidrófila se injerta en la misma, dicha superficie hidrófila tiene una matriz superficial secundaria injertada de copolímeros hidrófilos y lúbricos, describiéndose el método de injerto mediante las etapas de: poner en contacto el polímero base con una composición modificadora de superficie que incluye un monómero reactivo hidrófilo, un monómero reactivo lúbrico y un disolvente; e iniciar la formación de radicales en el polímero base;

20 injertando de ese modo los monómeros reactivos hidrófilos y los monómeros reactivos lúbricos sobre la superficie del polímero base proporcionando de ese modo una superficie hidrófila sobre el polímero base hidrófobo.

Dichos polímeros injertados son adecuados para fabricar dispositivos médicos, tales como, por ejemplo, dispositivos de inserción para lentes intraoculares o lentes de contacto. Los polímeros base se fabrican según métodos conocidos en la técnica, y se someten a los procesos de injerto para crear superficies injertadas que tienen una
25 matriz copolimérica hidrófila y lúbrica. A modo de ejemplo adicional, un insertor para una IOL forma una geometría sustancialmente tubular que define un lumen, donde la superficie luminal tiene una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada. La entrega de IOL se ve facilitada por la matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada. Para una lente de contacto, el polímero base forma una superficie sustancialmente cóncava y una superficie sustancialmente convexa, y la superficie sustancialmente cóncava y el tubo superficial sustancialmente convexa incluyen una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada. Esto aumenta la humectabilidad y la comodidad percibida de la lente de
30 contacto. Esto es particularmente ventajoso para los materiales hidrófobos utilizados en RGP y lentes de contacto duros.

El método incluye (1) poner en contacto el polímero base en un disolvente con una combinación de dos o más
35 composiciones modificadoras de superficie; (2) sellar el polímero base junto con la combinación de dos o más composiciones modificadoras de superficie en un recipiente de barrera líquida; (3) someter el recipiente sellado a una fuente de energía radiante; y (4) lavar, enjuagar y secar el sustrato polimérico irradiado, produciendo así un polímero base que lleva una matriz polimérica secundaria hidrófila y lúbrica injertada en su superficie.

Más específicamente, el polímero base se injerta con cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos debido a las dos o
40 más composiciones modificadoras de la superficie. Cada cepillo copolimérico comprende además dos o más grupos funcionales inmovilizados a lo largo de la superficie del cepillo en una pluralidad de capas, que confieren propiedades hidrófilas y lúbricas a las composiciones de polímero base.

El material polimérico moldeable que se puede usar para preparar el polímero base incluye, pero no se limita a,
45 polipropileno, policarbonato, polietileno, acril-butadienoestireno, poliamida, policlorotrifluoroetileno, politetrafluoroetileno, cloruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, poli(cloruro de vinilo), polidimetilsiloxano,, tereftalato de polietileno, etileno-tetrafluoroetileno, etileno-clorotrifluoroetileno, perfluoroalcoxi, estireno, polimetilpenteno, polimetilmetacrilato, poliestireno, poliétertercetona, tetrafluoroetileno, poliuretano, poli (metacrilato de metilo), poli(metacrilato de 2-hidroxietilo), nylon, amida de bloque de poliéter y silicona. Entre ellos, se prefieren polipropileno y policarbonato para los insertores de lentes intraoculares; y se prefieren poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de 2-hidroxietilo) y silicona para lentes de contacto.

50 Las composiciones modificadoras de superficie adecuadas o los monómeros reactivos para uso en este método, se refieren a compuestos que son capaces de participar en una reacción de polimerización por injerto, para ser injertados y polimerizados para formar cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos que incluyen pero no se limitan a, la combinación de dos o más monómeros de vinilo o monómeros heterocíclicos o ambos, tales como ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, metacrilato de 2-hidroxietilo y N-vinilpirrolidona. Otros ejemplos específicos de
55 monómeros reactivos adecuados incluyen monómeros de vinilo que contienen un grupo glicídilo, por ejemplo, metacrilato de glicídilo, acrilato de glicídilo, metilitaconato de glicídilo, maleato de glicidil etilo y sulfonato de glicidil vinilo; y monómeros de vinilo que contienen un grupo ciano, por ejemplo, acrilonitrilo, cianuro de vinilideno, crotononitrilo, metacrilonitrilo, cloroacrilonitrilo, metacrilato de 2-cianoetilo y acrilato de 2-cianoetilo. Los monómeros

reactivos que tienen grupos hidrófilos y que son útiles en la presente invención incluyen, por ejemplo, sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, metacrilato de dietilaminometilo terciario, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de butilaminoetilo terciario y dimetilaminopropil acrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno sulfónico y sales de los mismos, metacrilato de hidroxietilo, acrilato de hidroxipropilo, vinilpirrolidona, dimetilacrilamida, monometacrilato de etilenglicol, monocrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de trietilenglicol y metacrilato de trietilenglicol.

Los disolventes orgánicos adecuados para uso en este método incluyen, pero no se limitan a, diversos alcoholes, dimetilsulfóxido y N, N-dimetilformamida.

La fuente de energía radiante adecuada para la copolimerización por injerto incluye, pero no se limita a, rayos alfa, rayos beta, rayos gamma, rayos electrónicos acelerados, rayos X o rayos ultravioleta. La copolimerización inducida por rayos gamma o rayos electrónicos acelerados proporciona una fuente de radiación conveniente para el método de copolimerización por injerto.

Otro aspecto de esta descripción es un polímero base que tiene una matriz polimérica secundaria hidrófila y lúbrica injertada preparada por el método descrito anteriormente. Por lo tanto, también se describe un material compuesto polimérico que incluye un polímero base formado de un polímero moldeable y una matriz polimérica secundaria injertada que contiene cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos copolimerizados sobre el polímero base.

Un ejemplo del compuesto polimérico descrito anteriormente puede ser un dispositivo médico fabricado, por ejemplo, una parte de un dispositivo para recibir y suministrar una lente intraocular en un ojo. Más específicamente, dicho dispositivo ilustrativo incluye un tubo con distribución gradualmente variable formado por un polímero base moldeable y una matriz polimérica secundaria que contiene cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos por copolimerización sobre el polímero base. Dada la superficie interna hidrófila y lúbrica del tubo, una lente intraocular colocada en él se puede plegar y empujar fácilmente a través de él mediante un émbolo configurado para ingresar al tubo desde el extremo ancho, empujando la IOL a través del extremo con distribución gradualmente variable del tubo de suministro hacia el interior del ojo sin dañar la IOL. Además, el compuesto polimérico descrito anteriormente es adecuado para la esterilización por vapor de agua, al tiempo que mantiene su hidrofilia y lubricidad, así como su rendimiento de suministro de lente intraocular.

Otro ejemplo del compuesto polimérico descrito anteriormente puede ser parte de una lente de contacto. Más específicamente, la lente de contacto formada por un polímero base moldeable y una matriz polimérica secundaria que contiene cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos por copolimerización sobre la superficie de la lente de contacto. Dada la superficie hidrófila y lúbrica de la lente de contacto, proporciona una comodidad mejorada para los usuarios.

El método de modificación de la superficie hidrófila y lúbrica de esta invención, tal como se define en las reivindicaciones, es simple, duradero, económico y confiable, ya que se basa en un hallazgo inesperado de que un cepillo copolimérico hidrófilo y lúbrico, duradero e híbrido esterilizable en autoclave puede injertarse en un polímero base. Otras características o ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de varias realizaciones, y también de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1: muestra dos insertores genéricos para cargar lentes intraoculares: (a) insertor genérico de IOL de tipo mariposa y (b) un insertor genérico de IOL de tipo cerrado. Las lentes intraoculares se cargan en el área 1 o en el área 2 cuando están en uso. Las áreas donde se desplazará la lente intraocular se modifican mediante injerto con cepillos poliméricos hidrófilo y lúbrica estratificados. El insertor genérico de IOL de tipo cerrado también se puede convertir en un sistema de suministro de IOL precargado donde la IOL se ubicará en el área de carga.

Figura 2: muestra dos agujas diferentes del émbolo de la lente intraocular para empujar la lente intraocular a través de los insertores en la figura 1 (c) la aguja 4 con una punta de silicona 5 para empujar la lente intraocular de una pieza y (d) la aguja de tipo boca abierta 3 en el extremo distal para empujar la lente intraocular de tres piezas. La punta de silicona 5 también puede modificarse mediante injerto con grupos hidrófilos y lúbricos para facilitar la fricción que empuja la lente intraocular y su desplazamiento a través del tubo de inserción.

Figura 3: muestra el alojamiento de las agujas de la figura 2 y el área 6 donde se va a insertar el insertor de la figura 1. La pared interna del alojamiento puede modificarse mediante el injerto de grupos hidrófilos y lúbricos para facilitar el desplazamiento de la aguja con o sin la punta de silicona 5.

Figura 4: muestra la aguja 4 con una punta de silicona 5 dentro del alojamiento y el insertor genérico de tipo mariposa en el lado para suministrar la lente intraocular de una pieza. Todos los componentes se pueden configurar juntos para formar un sistema de suministro de IOL precargado para facilitar la carga/inserción de lentes intraoculares.

Figura 5: muestra la aguja de tipo boca abierta 3 dentro del alojamiento y el insertor genérico de tipo mariposa en el lado para suministrar lentes intraoculares de tres piezas. Todos los componentes se pueden configurar juntos para formar un sistema de suministro de IOL precargado para facilitar la carga/inserción de lentes intraoculares.

Descripción detallada de la invención

5 La presente descripción detalla composiciones poliméricas que tienen grupos hidrófilos y lubricos injertados. También se describen tales métodos de injerto, así como dispositivos médicos poliméricos ilustrativos que emplean ventajosamente tales polímeros hidrófilos y lubricos en su estructura artificial.

10 El polipropileno y el policarbonato son polímeros base moldeables preferidos para formar sustratos para uso en la presente invención, para suministrar lentes intraoculares en vista de su bajo coste, propiedad inerte y comportamiento bien estudiado en el moldeo y el procesamiento. Muchos otros polímeros, tales como poliamida, acetato de celulosa y polímero o copolímero acrílico también son polímeros base adecuados para el injerto, y también se pueden moldear en formas apropiadas para la fabricación del dispositivo.

15 La silicona, el poli(metacrilato de metilo) y el poli(metacrilato de 2-hidroxietilo) son polímeros base moldeables preferidos para uso en la presente invención como se define en las reivindicaciones como lentes de contacto en vista de su bajo coste, propiedad inerte y comportamiento bien estudiado en el moldeo y el procesamiento. También son adecuados muchos otros polímeros o copolímeros, tales como politetrafluoroetileno y polímero o copolímero acrílico.

20 Para practicar el método, un sustrato polimérico se sumerge y se sella en un recipiente de barrera líquida que tiene uno o una combinación de dos o más monómeros reactivos modificadores de la superficie, antes de someter el recipiente y el polímero encerrado a una fuente de energía radiante para iniciar la reacción de copolimerización por injerto.

25 La copolimerización por injerto puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante copolimerización en presencia de un iniciador de polimerización químico o inducible, polimerización térmica, polimerización inducida por irradiación usando radiación ionizante (por ejemplo, rayos alfa, rayos beta, rayos gamma, rayos de electrones acelerados, rayos X rayos ultravioleta). La copolimerización inducida por rayos gamma o rayos de electrones acelerados proporciona un método conveniente de copolimerización por injerto.

30 Existen varios métodos de copolimerización por injerto de monómeros de vinilo reactivos a un polímero base. El polímero base puede ser un artículo ya formado o puede fabricarse en un producto o dispositivo en un momento posterior. La copolimerización en fase líquida, en la que un artículo formado se hace reaccionar directamente con monómeros reactivos líquidos, y la polimerización en fase gaseosa o de vapor, en la que un artículo formado se pone en contacto con vapores o gases de monómeros reactivos, son dos métodos de copolimerización que son útiles en la presente invención según el uso o propósito final.

35 La copolimerización por injerto de los monómeros de vinilo reactivos al polímero base se realiza usando una fuente de energía radiante través de tres formas diferentes: (a) irradiación previa; (b) peroxidación y (c) técnica de irradiación mutua. En la técnica de copolimerización por injerto de irradiación previa, la cadena principal del polímero base se irradia en vacío o en presencia de un gas inerte para formar radicales. El polímero base irradiado se trata después con monómeros de vinilo, que es líquido o vapor o como una disolución en un disolvente adecuado. Sin embargo, en el método de copolimerización por injerto de peroxidación, el polímero base se somete a radiación de alta energía en presencia de aire u oxígeno. El resultado es la formación de hidroperóxidos o diperoxidos dependiendo de la naturaleza de la cadena polimérica principal y las condiciones de irradiación. Los productos peroxi, que son estables, se tratan después con monómeros de vinilo a una temperatura más alta, por lo que los peróxidos se descomponen en radicales, que después inician la copolimerización por injerto. La ventaja de esta técnica es que los productos peroxi intermedios pueden almacenarse durante largos períodos antes de realizar la etapa de copolimerización por injerto. Por otro lado, con la técnica de copolimerización por injerto de irradiación mutua, el polímero base y los monómeros de vinilo se irradian simultáneamente para formar los radicales y, por lo tanto, tiene lugar la adición. La técnica de copolimerización por injerto de irradiación mutua es útil y rentable en la presente invención según el uso o propósito final.

45 Las superficies de polímero base activadas de esta manera se copolimerizan por injerto en una disolución que comprende monómeros de vinilo reactivos. Un monómero de vinilo reactivo es cualquier compuesto que es capaz de participar en una reacción de polimerización por injerto inducida por radicales. El monómero de vinilo reactivo se incorpora así en la reacción de cadena lateral y forma un cepillo polimérico. El término monómero se usa por simplicidad, ya que las reacciones laterales entre monómeros reactivos pueden crear oligómeros antes de que estos estén involucrados en la reacción de polimerización con el polímero base, y los oligómeros o incluso los polímeros también son especies reactivas útiles para la presente invención. Uno, dos, tres o más monómeros de vinilo reactivos diferentes pueden copolimerizarse por injerto al polímero base de tal manera. Como se describió anteriormente, se pueden obtener cepillos de cadena lateral formados por dos o más monómeros de vinilo, que comprenden múltiples grupos funcionales, es decir, dos o más grupos funcionales en un solo cepillo polimérico.

El polímero base y el monómero de vinilo reactivo pueden ser el mismo compuesto, por ejemplo, un material base de polietileno puede utilizar monómeros o polímeros de etileno en la reacción de polimerización por injerto. Los monómeros de vinilo reactivos que pueden usarse en la presente invención incluyen, por ejemplo, monómeros de vinilo y monómeros heterocíclicos. Otros ejemplos específicos de monómeros reactivos adecuados incluyen monómeros de vinilo que contienen un grupo glicidilo, por ejemplo, metacrilato de glicidilo, acrilato de glicidilo, metilacrilato de glicidilo, maleato de glicidil etilo y sulfonato de glicidil vinilo; y monómeros de vinilo que contienen un grupo ciano, por ejemplo, acrilonitrilo, cianuro de vinilideno, crotononitrilo, metacrilonitrilo, cloroacrilonitrilo, metacrilato de 2-cianoetilo y acrilato de 2-cianoetilo; y monómeros de vinilo que contienen un grupo ácido o básico, por ejemplo, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno sulfónico y sales de los mismos, y ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico; o sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de butilaminoetilo terciario y dimetilaminopropil amida.

Dos o más tipos de sustancias hidrófilas pueden copolimerizarse en el mismo cepillo polimérico. Dichos grupos hidrófilos son capaces de atrapar las moléculas de agua presentes en el aire, formando una capa de agua adsorbida en la superficie del polímero base de la presente invención.

Los cepillos copoliméricos hidrófilos formados se hinchan en presencia de agua para proporcionar una superficie hidrófila y lúbrica.

Por lo tanto, el polímero base resultante comprende una pluralidad de cepillos copoliméricos injertados que además comprenden grupos funcionales unidos a los mismos. Estas composiciones proporcionan una amplio intervalo de combinaciones y son útiles en diversos procesos, por ejemplo, los productos y procesos descritos en la presente memoria, así como aplicaciones similares conocidas por los expertos en las técnicas medioambientales, de separación y filtración, médicas, farmacéuticas y biotecnológicas. Dichas composiciones y procesos equivalentes se consideran dentro del alcance de la presente descripción. La durabilidad de la matriz polimérica hidrófila y lúbrica puede determinarse cualitativamente mediante la retención del tacto resbaladizo cuando se humedece o frota. Otros ensayos de durabilidad incluyen, pero no se limitan a, una medición de la lubricidad retenida después de la esterilización con vapor de agua y múltiples mediciones de fricción. En los ensayos de insertores de lentes intraoculares recubiertos, la presencia de más residuos de recubrimiento en la lente suministrada es indicativa de una peor durabilidad de la capa polimérica hidrófila. Los insertores de lentes intraoculares copolimerizadas por injerto en la presente invención son esterilizables en autoclave, delgados y libres de cualquier residuo de recubrimiento que pueda transferirse a la lente intraocular durante el proceso de suministro de lentes intraoculares.

La invención se describirá adicionalmente en los siguientes ejemplos.

Ejemplos

Ejemplo 1

Copolimerización por injerto de irradiación mutua de cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos sobre insertores de IOL basados en polipropileno.

Se usaron los insertores de IOL basados en polipropileno (PP) de tipo mariposa típicos como polímero base. Se usó metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA) como monómero reactivo hidrófilo y se usó ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico (AMPS) como monómero reactivo lúbrico. Las mezclas de HEMA y AMPS a diversas relaciones molares se prepararon como se muestra en la Tabla 1. En todas las mezclas, se usaron dos tipos diferentes de disolvente, por ejemplo, butanol y alcohol isopropílico.

Un esquema de copolimerización por injerto de los insertores basados en PP que contienen cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos consiste en tres etapas: (1) poner en contacto el insertor basado en PP con una mezcla de dos monómeros de vinilo reactivos, por ejemplo, metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA) y 2 ácido acrilamido-2-metilpropano sulfónico (AMPS) en un disolvente, por ejemplo, alcohol isopropílico o butanol; (2) sellar el insertor basado en PP junto con la mezcla de HEMA y AMPS en un recipiente de barrera líquida; (3) someter el recipiente sellado a irradiación con haz de electrones a una dosis expuesta total de 10 a 200 kGy; (4) lavar, enjuagar y secar el insertor copolimerizado por injerto basado en PP, produciendo así un compuesto polimérico con una matriz polimérica secundaria hidrófila y lúbrica fina, duradera y esterilizable en autoclave. Las composiciones poliméricas hidrófilas y lúbricas resultantes de diversas condiciones de preparación se sometieron a ensayos de suministro de lentes intraoculares (IOL) antes y después de la esterilización con vapor de agua, y sus resultados se muestran en la Tabla 2. Los insertores de IOL basados en PP se obtuvieron con excelente hidrofiliía y lubricidad. Todas las IOL suministradas por dichos insertores copolimerizados por injerto no sufrieron daños. Y no había recubrimiento de la superficie luminal del insertor transferido a la superficie de las IOL. Además, a diferencia de los insertores de IOL disponibles comercialmente, dichos insertores pueden esterilizarse con vapor de agua sin dañar la matriz polimérica hidrófila y lúbrica.

Tabla 1

| Disolución # | Relación molar AMPS:HEMA | Disolvente |
|--------------|--------------------------|------------|
| 1 | 1:1 | Butanol |
| 2 | 1:1 | IPA |
| 3 | 1:0,8 | Butanol |
| 4 | 1:0,8 | IPA |
| 5 | 1:0,7 | Butanol |
| 6 | 1:0,7 | IPA |
| 7 | 1:0,6 | Butanol |
| 8 | 1:0,6 | IPA |
| 9 | 1:1 | Butanol |
| 10 | 1:1 | IPA |
| 11 | 1:0,8 | Butanol |
| 12 | 1:0,8 | IPA |
| 13 | 1:0,7 | Butanol |
| 14 | 1:0,7 | IPA |
| 15 | 1:0,6 | Butanol |
| 16 | 1:0,6 | IPA |

Tabla 2

| Muestra # | Disolución # | Dosis [kGy] | Ensayo de suministro de la lente antes de la esterilización en autoclave | Ensayo de suministro de la lente después de la esterilización en autoclave |
|-----------|--------------|-------------|--|--|
| 1 | 1 | 25 | ••••• | ••••• |
| 2 | | 50 | •••• | •••• |
| 3 | | 100 | •••• | ••• |
| 4 | | 200 | •••• | •••• |
| 5 | 2 | 25 | •••• | ••• |
| 6 | | 50 | •••• | ••• |

ES 2 762 447 T3

| Muestra # | Disolución # | Dosis [kGy] | Ensayo de suministro de la lente antes de la esterilización en autoclave | Ensayo de suministro de la lente después de la esterilización en autoclave |
|-----------|--------------|-------------|--|--|
| 7 | | 100 | •••• | ••• |
| 8 | | 200 | ••• | • |
| 9 | 3 | 25 | ••••• | ••••• |
| 10 | | 50 | •••• | •••• |
| 11 | | 100 | •••• | •••• |
| 12 | | 200 | •••• | •••• |
| 13 | 4 | 25 | •••• | •••• |
| 14 | | 50 | • | N/A |
| 15 | | 100 | ••• | •• |
| 16 | | 200 | • | N/A |
| 17 | 5 | 25 | ••••• | ••••• |
| 18 | | 50 | •••• | •••• |
| 19 | | 100 | •• | N/A |
| 20 | | 200 | ••• | •••• |
| 21 | 6 | 25 | • | N/A |
| 22 | | 50 | ••• | •••• |
| 23 | | 100 | ••• | ••• |
| 24 | | 200 | •• | N/A |
| 25 | 7 | 25 | •••• | ••••• |
| 26 | | 50 | •••• | ••••• |
| 27 | | 100 | ••• | ••••• |
| 28 | | 200 | ••• | •••• |
| 33 | 9 | 25 | •••• | ••••• |
| 34 | | 50 | •••• | •••• |
| 35 | | 100 | •••• | •••• |
| 36 | | 200 | ••• | •••• |

ES 2 762 447 T3

| Muestra # | Disolución # | Dosis [kGy] | Ensayo de suministro de la lente antes de la esterilización en autoclave | Ensayo de suministro de la lente después de la esterilización en autoclave |
|-----------|--------------|-------------|--|--|
| 37 | 10 | 25 | •• | N/A |
| 38 | | 50 | •••• | •••• |
| 39 | | 100 | ••• | ••• |
| 40 | | 200 | • | N/A |
| 41 | 11 | 25 | •••• | ••••• |
| 42 | | 50 | •••• | ••••• |
| 43 | | 100 | •••• | ••••• |
| 44 | | 200 | ••• | ••• |
| 49 | 13 | 25 | •••• | ••••• |
| 50 | | 50 | •••• | ••••• |
| 51 | | 100 | •••• | ••••• |
| 52 | | 200 | •••• | •••• |
| 57 | 15 | 25 | •••• | ••••• |
| 58 | | 50 | •••• | ••••• |
| 59 | | 100 | •••• | ••••• |
| 60 | | 200 | ••• | •••• |

•••• Excelente lubricidad

•••• Buena lubricidad

••• Lubricidad media. Ligera fuerza necesaria para el suministro de la lente

•• Lente atascada en la boquilla

• Falló el suministro de la lente

Ejemplo 2

Copolimerización por injerto de irradiación mutua de cepillos copoliméricos hidrófilos y lábricos sobre insertores de IOL basados en polipropileno.

- 5 Se usaron los típicos insertores de IOL basados en polipropileno (PP) de tipo mariposa como polímero base. Se usó metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA) como monómero reactivo hidrófilo y ácido acrílico (AA) como monómero reactivo lábrico. La relación molar de HEMA:AA se estableció en 1:1. La dosis de irradiación con haz de electrones se estableció a 25kGy. Todos los métodos experimentales siguieron el Ejemplo 1. Las composiciones poliméricas hidrófilas y lábricas resultantes se sometieron a ensayos de suministro de lente intraocular (IOL) antes y después de la esterilización con vapor de agua, y sus resultados mostraron una excelente hidrofilia y lubricidad. Todas las IOL suministradas por dichos insertores copolimerizados por injerto no sufrieron daños. Y no había recubrimiento de la superficie luminal del insertor transferido a la superficie de las IOL. Además, a diferencia de los insertores de IOL
- 10

disponibles comercialmente, dichos insertores pueden esterilizarse con vapor de agua sin dañar la matriz polimérica hidrófila y lúbrica.

Ejemplo 3

Ensayos de envejecimiento para los insertores de IOL hidrófilos y lúbricos.

- 5 Todos los insertores de IOL hidrófilos y lúbricos del Ejemplo 1 y el Ejemplo 2 se sometieron a (a) ensayo de envejecimiento acelerado de 2 años a 60 °C y (b) almacenamiento de 1 año en agua. Después de cada tiempo específico, se realizaron ensayos de suministro de lente intraocular. Los resultados mostraron una hidrofilia y lubricidad excelentes iguales a las de antes y después de la esterilización en autoclave. Todas las IOL suministradas por dichos insertores copolimerizados por injerto no sufrieron daños. Y no había recubrimiento de la superficie luminal del insertor transferido a la superficie de las IOL.

Ejemplo 4

Copolimerización por injerto de irradiación mutua de cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos sobre láminas basadas en silicona.

- 15 Las láminas basadas en silicona para la fabricación de lentes de contacto se usaron como polímero base y se sometieron al mismo proceso de injerto de cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos que el descrito anteriormente en el Ejemplo 1. Se usaron las disoluciones N.º 3 y 15 de la Tabla 1. Las láminas de silicona resultantes habían mostrado una hidrofilia y una lubricidad excelentes y duraderas en sus superficies.

Ejemplo 5

- 20 Copolimerización por injerto de irradiación previa de cepillos poliméricos hidrófilos y lúbricos sobre insertos de IOL basados en polipropileno.

- 25 Usando la copolimerización por injerto de irradiación previa como un enfoque diferente del Ejemplo 1, se usaron los insertores de IOL basados en polipropileno (PP) de tipo mariposa como polímero base. Un esquema de preparación de la composición basada en PP que contiene un grupo hidrófilo y lúbrico, por ejemplo, un grupo amina o un grupo ácido sulfónico, consiste en tres etapas: (1) Irradiación de un haz de electrones sobre los insertores basados en PP para formar radicales: el insertor basado en PP fue irradiado por un haz de electrones a temperatura ambiente. La dosis se estableció a 200kGy. (2) Polimerización por injerto de un monómero de vinilo reactivo: los insertores de IOL basados en PP irradiados se sumergieron en una disolución de metacrilato de glicidilo (GMA)/metanol 20% v/v a 39,85 °C (313 K) durante varios tiempos. (3) Introducción de un grupo ácido (grupo ácido sulfónico) o un grupo amina (grupo trimetilamonio) para la hidrofilia y la lubricidad: el insertor basado en PP injertado con GMA se hizo reaccionar con una mezcla de sulfito de sodio (SS)/alcohol isopropílico/agua (relación en peso 10/15/75) a 80 °C durante 20 horas o con trimetilamonio (TMA) a 80 °C durante 20 horas, para obtener grupos de ácido sulfónico o grupos amina en los cepillos de poli-GMA, respectivamente. Las composiciones resultantes se denominan insertores SS o insertores TMA.

- 35 Los insertores SS y TMA se utilizaron para administrar lentes IOL. Tanto los insertores SS como los TMA pueden suministrar las IOL sin ningún daño a las IOL. Y no había recubrimiento de la superficie luminal del insertor transferido a la superficie de las IOL. Los insertores TMA fueron más lúbricos que los insertores SS.

- 40 En resumen, el insertor de IOL basado en PP copolimerizado por injerto de la presente invención es superior a cualquiera conocido hasta ahora, capaz de suministrar una IOL plegable con una fuerza de fricción mínima, sin daño, en el ojo a través de una incisión más pequeña. El canal a través del cual pasa la IOL es altamente hidrófilo y lúbrico cuando se humedece con agua o disolución viscoelástica.

- 45 Los cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos injertados en el polímero base son permanentes, no se desprenden del polímero base, se pueden almacenar en estado húmedo y pueden resistir la esterilización con vapor de agua. Por lo tanto, elimina la transferencia de composiciones hidrófilas y lúbricas al ojo durante el proceso de inserción de la IOL, y permite el diseño de un dispositivo precargado que contiene la IOL hidrófila envasada en agua o solución salina. El mismo sistema también se puede utilizar para diseñar un dispositivo precargado que contenga la IOL hidrófoba envasada en estado seco.

Ejemplo 6

Copolimerización por injerto de irradiación mutua de cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos sobre diversos polímeros.

- 50 El poliuretano típico (PU), el alcohol de polivinilo (PVC), el politetrafluoroetileno (PTFE), el polietileno de alta densidad (HDPE), la amida de bloque de poliéter (PEBAX) y los tubos poliméricos basados en acetato de etilvinilo se usaron como polímero base. Se usó metacrilato de 2-hidroxietilo (HEMA) como monómero reactivo hidrófilo y se usó ácido 2 acrilamido-2-metilpropano sulfónico (AMPS) como monómero reactivo lúbrico. La relación molar de HEMA:AMPS se estableció a 1:1 y se usó butanol como disolvente. La dosis de irradiación con haz de electrones se

estableció a 25kGy. Todos los métodos experimentales siguieron el Ejemplo 1. Las composiciones poliméricas hidrófilas y lúbricas resultantes se sometieron a ensayos de humectabilidad y lubricidad. En el ensayo de humectabilidad, se midió el ángulo de contacto de cada polímero no tratado y tratado. Se encontró que los ángulos de contacto disminuyeron de 10% a 70%. Para los ensayos de lubricidad, todos los polímeros tratados se sometieron a un ensayo de frotamiento con los dedos después de sumergirlos en agua durante 1 minuto. Los ensayos de frotamiento con los dedos se compararon con los de los polímeros originales no tratados. La fuerza de fricción se sintió al frotar con los dedos sobre cada polímero original no tratado, mientras que para todos los polímeros tratados, su superficie era resbaladiza. Como resultado, la copolimerización por injerto de irradiación mutua de cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos había hecho que varios polímeros fueran hidrófilos y lúbricos.

10 Equivalentes

La invención puede modificarse de muchas maneras, dentro del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones. La elección específica de los materiales para los cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos se puede variar, como se describió anteriormente. La copolimerización por injerto de los cepillos copoliméricos hidrófilos y lúbricos también se puede aplicar a la porción total o parcial del insertor de IOL para obtener la capa más delgada de matriz polimérica hidrófila y lúbrica que permite la incisión más pequeña, donde la fricción entre la pared interna del insertor de IOL y la IOL es probable sea la mejor.

REIVINDICACIONES

1. Un insertor de lente intraocular que comprende: un polímero base de polipropileno que tiene una o más superficies injertadas, comprendiendo las superficies injertadas una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.
- 5 2. El insertor de lente intraocular de la reivindicación 1, en donde el polímero base tiene una geometría tubular que define un lumen, donde la superficie luminal comprende una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.
3. El insertor de lente intraocular de la reivindicación 1, en donde el polímero base tiene una superficie cóncava y una superficie convexa, y la superficie cóncava y la superficie convexa incluyen una matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.
- 10 4. Un método para modificar un insertor de lente intraocular que comprende: obtener un polímero base que es hidrófobo e injertar en él una superficie modificada, teniendo dicha superficie modificada una matriz de superficie injertada de copolímeros hidrófilos y lúbricos, comprendiendo el método de injerto además las etapas de:
 - a. poner en contacto el polímero base con una composición modificadora de la superficie que comprende: un monómero reactivo hidrófilo, un monómero reactivo lúbrico y un alcohol; y
 - b. iniciar la formación de radicales en el polímero base;
- 15 injertando de ese modo los monómeros reactivos hidrófilos y los monómeros reactivos lúbricos sobre la superficie del polímero base proporcionando de ese modo una superficie hidrófila sobre el polímero base hidrófobo.
- 20 5. El método de la reivindicación 4, en donde el polímero base es una matriz hidrófoba a granel seleccionada del grupo que consiste en polipropileno, policarbonato, polietileno, acrilbutadienoestireno, poliamida, policlorotrifluoroetileno, politetrafluoroetileno, cloruro de polivinilo, fluoruro de polivinilideno, polivinilcloruro, polidimetilsilozano, tereftalato de polietileno, etileno-tetrafluoroetileno, etileno-clorotrifluoroetileno, perfluoroalcoxi, estireno, polimetilpenteno, polimetilmetacrilato, poliestireno, polieteretercetona, tetrafluoroetileno, poliuretano, poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de 2-hidroxietilo), nylon, amida de bloque de poliéter y silicona.
- 25 6. El método de la reivindicación 5, en donde el polímero base es polipropileno o policarbonato que forma un dispositivo de suministro de lente intraocular que tiene una superficie luminal que comprende una matriz polimérica hidrófila y lúbrica injertada.
7. El método de la reivindicación 5, en donde el polímero base es silicona que forma una lente de contacto que tiene una superficie cóncava y una superficie convexa, y la superficie cóncava y la superficie convexa comprenden la matriz copolimérica hidrófila y lúbrica injertada.
- 30 8. El método de la reivindicación 4, en donde el monómero reactivo hidrófilo está presente en las composiciones copoliméricas modificadoras de la superficie en una cantidad de 10% en peso a 90% en peso y se selecciona del grupo que consiste en: ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, metacrilato de 2-hidroxietilo, N-vinilpirrolidona, sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de bitilaminoetilo terciario y dimetilaminopropilacrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno-sulfónico y sales de los mismos, acrilato de hidroxipropilo, vinilpirrolidona, dimetilacrilamida, monometacrilato de etilenglicol, monoacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de trietilenglicol y metacrilato de trietilenglicol, preferiblemente el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo.
- 35 9. El método de la reivindicación 4, en donde el monómero reactivo lúbrico está presente en las composiciones copoliméricas modificadoras de la superficie en una cantidad de 10% en peso a 90% en peso, y se selecciona del grupo que consiste en: ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico, metacrilato de 2-hidroxietilo, N-vinilpirrolidona, sal de vinilbenciltrimetil amonio, metacrilato de dietilaminoetilo, acrilato de dimetilaminoetilo, metacrilato de dimetilaminoetilo, acrilato de dietilaminoetilo, metacrilato de dietilaminometilo, acrilato de butilaminoetilo terciario, metacrilato de butilaminoetilo terciario y dimetilaminopropilacrilamida, ácido acrílico, ácido metacrílico, ácido estireno-sulfónico y sales de los mismos, acrilato de hidroxipropilo, vinilpirrolidona, dimetilacrilamida, monometacrilato de etilenglicol, monoacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de etilenglicol, diacrilato de trietilenglicol y metacrilato de trietilenglicol, preferiblemente el monómero reactivo lúbrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico o ácido acrílico.
- 40 10. El método de la reivindicación 4, en donde la formación de radicales en el polímero base es iniciada por una fuente de energía radiante que es radiación de electrones acelerada.
- 45 11. El método de la reivindicación 4, que comprende además aplicar la fuente de energía radiante al polímero base mientras el polímero base se sumerge en una solución confinada de monómeros reactivos.
- 50 12. El método de la reivindicación 4, en donde el disolvente se selecciona del grupo que consiste en:

metanol, etanol, butanol, alcohol isopropílico, acetonitrilo, hexano, tolueno, acetona, ciclohexano, tetrahidrofurano, sulfóxido de dimetilo y N, N-dimetilformamida.

13. El método de la reivindicación 12, que comprende además

a. retirar el polímero base injertado del recipiente;

5 b. tratar el polímero base injertado con agua y opcionalmente un segundo disolvente; y

c. secar el polímero base injertado.

14. El método de la reivindicación 13, en donde

(a) el polímero base es polipropileno, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lábrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol; o

10 (b) el polímero base es policarbonato, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lábrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol; o

(c) el polímero base es silicona, el monómero reactivo hidrófilo es metacrilato de 2-hidroxietilo, el monómero reactivo lábrico es ácido 2-acrilamido-2-metilpropano sulfónico y el disolvente es butanol.









