



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 309 323**

51 Int. Cl.:

**G02C 7/02** (2006.01)

**G02C 7/04** (2006.01)

**C08F 220/56** (2006.01)

**C08F 220/54** (2006.01)

**G02B 1/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03734028 .8**

96 Fecha de presentación : **14.05.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1509807**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.03.2005**

54

Título: **Copolímeros de acrilamida hidrófobos blandos, ópticamente transparentes y con alto índice de refracción.**

30

Prioridad: **03.06.2002 US 161030**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.12.2008**

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.12.2008**

73

Titular/es: **Staar Surgical Company**  
**1911 Walker Avenue**  
**Monrovia, California 91016, US**

72

Inventor/es: **Liao, Xiugao**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 309 323 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**

Copolímeros de acrilamida hidrófobos blandos, ópticamente transparentes y con alto índice de refracción.

**5 Antecedentes de la invención****Campo de la invención**

10 La presente invención está dirigida a copolímeros blandos, ópticamente transparentes y con alto índice de refracción, y a lentes oftálmicas formadas con éstos. Más en concreto, la invención se refiere a un copolímero que tiene, como primer constituyente, un monómero de acrilamida hidrófobo.

**Antecedentes de la invención**

15 La fisiología del ojo humano incluye una cámara anterior colocada entre la córnea, o superficie externa de la parte transparente del ojo, y el iris, la porción pigmentada del ojo que responde a la luz, y una cámara posterior, llena de humor vítreo. Una lente cristalina, que incluye una matriz de la lente en el interior de una bolsa capsular, está colocada detrás del iris y separa al iris de la cámara posterior. La lente cristalina está unida al músculo ciliar mediante estructuras en forma de cuerda denominadas zónulas. Revistiendo el fondo de la cámara posterior se encuentra la retina, el órgano  
20 detector de luz del ojo, que es una extensión del nervio óptico. En ojos jóvenes y sanos, la contracción y relajación del músculo ciliar da forma a la lente cristalina natural para que adopte la configuración óptica adecuada para enfocar los rayos de luz que penetran en el ojo sobre la retina.

25 Sin embargo, a medida que envejece la lente cristalina natural, la estructura de la matriz de la lente cristalina cambia, se hace turbia y relativamente inflexible. Con el tiempo, la turbidez de la matriz de la lente puede avanzar hasta el punto en que la lente se considera cataratosa, que puede obstruir gravemente la cantidad de luz que pasa a través de la lente cristalina y, en último término, que incide sobre la retina. Afortunadamente, se han desarrollado técnicas quirúrgicas modernas que permiten la extracción de la matriz de la lente cataratosa de forma que la luz puede volver a pasar sin estorbos hacia la retina.

30 En la actualidad, la matriz de una lente cristalina cataratosa se retira del ojo utilizando un procedimiento en el que la matriz de la lente cristalina cataratosa se extrae de la bolsa capsular a través de una capsulotomía anterior. De forma típica, la matriz de la lente cataratosa se retira de la bolsa capsular a través de la capsulotomía anterior utilizando facoemulsificación y aspiración. Como alternativa, la matriz de la lente cataratosa se retira utilizando varias  
35 otras técnicas muy conocidas, mediante las cuales el material cataratoso se rompe y se aspira de la bolsa capsular. Después de la extracción de la matriz de la lente cataratosa puede implantarse una lente intraocular dentro de la bolsa capsular remanente. Sin embargo, aunque el procedimiento para extraer la lente natural emulsionada puede realizarse con una incisión de aproximadamente tres milímetros en la córnea se requiere una incisión de aproximadamente seis milímetros para adaptarse al diámetro completo de la lente intraocular que se va a implantar.

40 Para reducir el tamaño de la incisión requerida para la implantación de una lente intraocular y, por tanto, limitar el traumatismo en el ojo, se han desarrollado unas lentes intraoculares fabricadas con un material relativamente blando que pueden enrollarse, plegarse o deformarse de otra manera para su inserción en el ojo, que sustituyen a las lentes intraoculares convencionales fabricadas con un material relativamente duro, tal como poli(metacrilato de metilo) (PM-  
45 MA). Las lentes intraoculares blandas se han fabricado, de forma típica, de hidrogel, silicona o material acrílico. El documento US 6.036.891 analiza el uso de polímeros de acrilamida muy generales que son monómeros polimerizantes absorbentes de luz UV hidrófobos y que no tienen un contenido en agua alto. Las lentes intraoculares fabricadas de hidrogel y silicona tienen, de forma típica, un índice de refracción relativamente bajo, lo que requiere una lente más gruesa. Además, puesto que el material para lentes de silicona tiene una temperatura de transición vítrea baja (menor que -100°C) se despliega con rapidez en el ojo, con el consiguiente riesgo de lesiones en el tejido del ojo. Se ha  
50 descubierto que el material acrílico tiene un índice de refracción relativamente alto y que se despliega de una manera más lenta. Sin embargo, la mayoría de los materiales para lentes acrílicos tienen temperaturas de transición vítrea relativamente elevadas a aproximadamente la temperatura ambiente. Por tanto, resultarían deseables más mejoras en las propiedades de los materiales para lentes acrílicos.

55 Resultaría deseable proporcionar un material acrílico con un índice de refracción mayor que la silicona convencional y los materiales de hidrogel para permitir que la lente sea mucho más delgada y, por tanto, se pueda controlar mejor la liberación del plegamiento. Además, resultaría deseable proporcionar un material acrílico con una temperatura de transición vítrea menor que los materiales acrílicos convencionales, de forma que pueda plegarse a temperaturas  
60 menores.

Lo que se necesita, y hasta la fecha no está disponible, es un material acrílico que tenga propiedades mejoradas, incluyendo un índice de refracción alto y una temperatura de transición vítrea baja, para su uso en lentes intraoculares. La presente invención satisface estas y otras necesidades.

65 Según la presente invención, se proporciona una lente oftálmica formada a partir de un copolímero de acrilamida hidrófobo como se indica en la reivindicación 1. La presente invención proporciona un copolímero de acrilamida hidrófobo blando útil en la fabricación de lentes oftálmicas, incluyendo lentes intraoculares y otros dispositivos ocula-

## ES 2 309 323 T3

res implantables, tales como lentes de contacto intraoculares. Preferiblemente, el copolímero de acrilamida hidrófobo tiene un contenido en agua menor que aproximadamente 1% en peso.

5 En una realización, el copolímero de acrilamida hidrófobo blando comprende un primer constituyente que es un monómero de acrilamida hidrófobo. El monómero de acrilamida hidrófobo es N-bencil-N-isopropilacrilamida (BPA) que puede estar presente en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 50% en peso del copolímero y, más concretamente, de aproximadamente 12% a aproximadamente 25% en peso del copolímero.

10 En otra realización, el copolímero también incluye un segundo constituyente que forma copolímeros que tienen una temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) menor que aproximadamente 22°C. Este constituyente puede consistir en monómeros de acrilato o metacrilato de alquilo o sus mezclas. En una realización, el segundo constituyente es acrilato de n-butilo. En otra realización, es una mezcla de acrilato de n-butilo y metacrilato de n-butilo. En otra realización, el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y metacrilato de etilo.

15 En otra realización, el copolímero incluye un agente reticulante, tal como diacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de 1,3-butandiol, dimetacrilato de 1,3-butandiol, diacrilato de 1,4-butandiol, dimetacrilato de 1,4-butandiol, diacrilato de 1,6-hexandiol, dimetacrilato de 1,6-hexandiol, diacrilato de polietilenglicol, y dimetacrilato de polietilenglicol. En una realización, el dimetacrilato de etilenglicol se utiliza como agente reticulante.

20 En otra realización, también se incluye en el copolímero un constituyente absorbente de luz ultravioleta (UV), tal como benzotriazoles y benzofenonas funcionalizados con acrilato o metacrilato. También puede incluirse un constituyente iniciador, tal como peróxido, peroxidicarbonato, iniciadores de radicales libres azoicos, e iniciadores de UV.

25 Los copolímeros de la presente invención tienen un alto índice de refracción, al menos aproximadamente 1,47 (a 20°C) en una realización. La temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) de los copolímeros también es baja, siendo como máximo aproximadamente 5°C en una realización.

30 En una realización, se forma una lente oftálmica a partir del copolímero de acrilamida hidrófobo blando. En particular, la lente oftálmica puede ser una lente intraocular. La lente oftálmica también puede ser una lente de contacto intraocular u otro dispositivo ocular implantable.

35 Los copolímeros de la presente invención son particularmente adecuados para su uso en lentes oftálmicas debido a su alto índice de refracción y transparencia óptica. Los copolímeros también son materiales blandos con temperaturas de transición vítrea bajas, permitiendo que la lente formada con ellos pueda deformarse para su inserción a temperaturas más bajas. Los copolímeros también tienen una resistencia y flexibilidad elevadas. También son fotoestables y estables frente al láser YAG (láser de cristal de granate de itrio y de aluminio).

40 Otras características y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada conjuntamente con los dibujos, que ilustran, como ejemplo, diversas realizaciones, principios y características de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1A es una vista superior de una realización de una lente intraocular de la presente invención, que tiene una óptica y un par de hápticos.

La figura 1B es una vista lateral de la realización de la figura 1.

50 La figura 2A es una vista superior de una realización de una lente intraocular de la presente invención, que tiene una óptica y un par de hápticos de tipo plato.

La figura 2B es una vista lateral de la realización de la figura 2A.

55 La presente invención se refiere a copolímeros que tienen un índice de refracción y transparencia óptica altos, y a las lentes de contacto fabricadas con ellos. De forma específica, la invención se refiere a copolímeros de acrilamida hidrófobos blandos que tienen un índice de refracción y transparencia óptica altos, que resultan adecuados para su implantación dentro del ojo de un paciente.

60 Los copolímeros de la presente invención incluyen, como primer constituyente, un monómero de acrilamida hidrófobo. El monómero de acrilamida hidrófobo es N-bencil-N-isopropilacrilamida (BPA). Preferiblemente, el monómero de BPA está presente en una cantidad de aproximadamente 5% a aproximadamente 50% en peso del copolímero en una realización, y de aproximadamente 12% al 25% en peso en otra realización.

65 Los copolímeros de la presente invención también pueden incluir un segundo constituyente que forma copolímeros que tienen una temperatura de transición vítrea menor que aproximadamente 22°C. En una realización, el segundo constituyente se selecciona de monómeros de acrilato, monómeros de metacrilato y sus mezclas. Los monómeros de acrilato o metacrilato utilizados en esta invención incluyen acrilatos de alquilo o metacrilatos de alquilo. Los ejemplos de acrilatos de alquilo y metacrilatos de alquilo adecuados incluyen, pero no se limitan a acrilato de n-

## ES 2 309 323 T3

butilo, acrilato de etilo, metacrilato de etilo, acrilato de metilo, metacrilato, acrilato de n-propilo, metacrilato de n-propilo, acrilato de isopropilo, metacrilato de isopropilo, acrilato de n-pentilo, metacrilato de n-pentilo, acrilato de isopentilo, metacrilato de isopentilo, acrilato de s-butilo, metacrilato de s-butilo, acrilato de s-pentilo, metacrilato de s-pentilo, acrilato de n-hexilo, metacrilato de n-hexilo, acrilato de isohexilo, metacrilato de isohexilo, acrilato de n-octilo, metacrilato de n-octilo, acrilato de isooctilo, metacrilato de isooctilo, acrilato de 2-etilhexilo, metacrilato de 2-etilhexilo, acrilato de estearilo, metacrilato de estearilo, acrilato de n-dodilo, metacrilato de n-dodilo, acrilato de feniletilo, metacrilato de feniletilo, etc. En una realización, el segundo constituyente es acrilato de n-butilo. En otra realización, el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y metacrilato de n-butilo. En otra realización, el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y metacrilato de etilo. Más concretamente, el segundo constituyente puede incluir una cantidad de acrilato de n-butilo que sea aproximadamente el doble de la cantidad en peso de metacrilato de etilo. En una realización, el primer y segundo constituyente juntos forman aproximadamente 90% o más en peso del copolímero.

Tal como se emplea en la presente, la expresión copolímero “hidrófobo” se refiere a copolímeros que no se asocian con cantidades sustanciales de agua, y que tienen un contenido en agua menor que aproximadamente 1%. De forma similar, la expresión monómero “hidrófobo” se refiere a monómeros que forman homopolímeros que no se asocian con cantidades sustanciales de agua, y que tienen un contenido en agua menor que aproximadamente 1%.

En una realización, el copolímero incluye un agente reticulante como tercer constituyente. Los agentes reticulantes adecuados incluyen, pero no se limitan a diacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de 1,3-butandiol, dimetacrilato de 1,3-butandiol, diacrilato de 1,4-butandiol, dimetacrilato de 1,4-butandiol, diacrilato de 1,6-hexandiol, dimetacrilato de 1,6-hexandiol, diacrilato de polietilenglicol, y dimetacrilato de polietilenglicol. En una realización, el dimetacrilato de etilenglicol se utiliza como agente reticulante. El agente reticulante está presente, en general, en una cantidad menor que aproximadamente 10% en peso del copolímero. En una realización, el agente reticulante está presente en una cantidad de aproximadamente 2% a aproximadamente 8% en peso del copolímero.

Los copolímeros de la invención también pueden incluir otros constituyentes. Por ejemplo, puede utilizarse un constituyente absorbente de luz ultravioleta (UV), tal como benzotriazoles y benzofenonas funcionalizados con acrilato o metacrilato. En una realización, el constituyente absorbente de UV es un benzotriazol, tal como metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo. El uso de este constituyente absorbente de UV proporciona un valor de corte de 10% al menos a 350 nm en el copolímero resultante. El constituyente absorbente de UV está presente normalmente en una cantidad de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 5% en peso del copolímero.

Además, los copolímeros también pueden incluir un constituyente iniciador para iniciar la polimerización. Los ejemplos de constituyentes iniciadores adecuados incluyen, pero no se limitan a peróxido, peroxidicarbonato, iniciadores de radicales libres azoicos, e iniciadores de UV, tales como Irgacure<sup>®</sup> 1850, Irgacure<sup>®</sup> 369 y Darocure<sup>®</sup> 1700, disponibles en Ciba Specialty Chemicals, Basilea, Suiza. En una realización, se emplea un iniciador de radicales libres azoico, tal como 2,2'-azobisisobutironitrilo. El constituyente iniciador normalmente está presente en una cantidad de aproximadamente 0,05% a aproximadamente 5% en peso del copolímero. También puede utilizarse la radiación gamma como iniciador.

La preparación del monómero de BPA puede realizarse mediante medios convencionales. Por ejemplo, puede hacerse reaccionar la N-bencil-N-isopropilamina y el cloruro de acrilóilo en éter etílico en presencia de trietilamina de 0°C a 25°C.

Los copolímeros también pueden prepararse mediante medios convencionales. En general, los constituyentes se mezclan y se purgan con nitrógeno. Después, la mezcla se traslada a una instalación de moldeado de lámina y se calienta de aproximadamente 60°C hasta aproximadamente 120°C durante al menos aproximadamente 10 horas. En un ejemplo, la mezcla se calienta de aproximadamente 70°C a aproximadamente 90°C durante aproximadamente 16 horas. La mezcla por último se postcura a aproximadamente 120°C o más durante al menos aproximadamente dos horas y, más concretamente, de aproximadamente 140°C a aproximadamente 145°C durante aproximadamente 4 a aproximadamente 6 horas.

Los copolímeros resultante son blandos, hidrófobos, biocompatibles y ópticamente transparentes. Además, tiene un alargamiento mayor que 80% y una alta resistencia a la tracción. Los copolímeros de la presente invención tienen un índice de refracción alto, de forma típica al menos aproximadamente 1,47 (a 20°C). La temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de los copolímeros también es baja, siendo menor que la temperatura ambiente. En una realización, la temperatura de transición vítrea (T<sub>g</sub>) es como máximo de aproximadamente 5°C.

Los copolímeros son particularmente útiles en la fabricación de lentes oftálmicas y otros dispositivos oculares implantables, incluyendo lentes intraoculares y lentes de contacto intraoculares. Los copolímeros pueden utilizarse, de forma ventajosa, para el cuerpo de lente de la lente oftálmica o, más concretamente, la óptica de una lente intraocular. Los copolímeros son blandos, biocompatibles y ópticamente transparentes, y tienen un índice de refracción alto y una resistencia alta. Son capaces de deformarse para su inserción a través de una pequeña incisión en la córnea sin que se rompan y pueden retomar su forma en una cantidad de tiempo adecuada. Los copolímeros también son estables frente al láser YAG y fotoestables.

## ES 2 309 323 T3

Los cuerpos de lentes oftálmicas pueden formarse a partir de la lámina de copolímero reticulado mediante cualquier procedimiento mecánico adecuado, tal como cortando la lámina en botones y tornear criogénicamente los botones para formar cuerpos de lentes oftálmicas, tales como ópticas de lentes intraoculares. Como alternativa, en lugar de moldear en lámina, el copolímero de acrilamida hidrófobo blando puede moldearse y los cuerpos de lente pueden cortarse o 5 tornearse a partir de los moldes de la lente. En otra realización, el molde de la lente puede darse una forma de manera que produzca una lente que tenga las curvas y la geometría adecuadas, de modo que la lente moldeada no requiera más transformación, o requiera muy poca, para proporcionar una lente acabada.

La figura 1A representa una realización de una lente intraocular 10 de la presente invención. La lente intraocular 10 10 tiene una óptica 12 formada a partir de un copolímero de la presente invención, y hápticos flexibles 14 para colocar la lente intraocular 10 en el ojo. La lente intraocular 10 puede tener uno o más hápticos, aunque en esta realización se muestran dos hápticos 14. Además, en esta realización, la lente intraocular 10 se muestra como una lente de múltiples piezas, en la que la óptica 12 y los hápticos 14 están formados de materiales diferentes, y los hápticos 14 están unidos a la óptica 12 mediante procedimientos convencionales. Los hápticos 14 pueden ser, por ejemplo, un filamento de 15 PMMA, poliimida, Kynar® o un polipropileno formado por extrusión. Como apreciarán los expertos en la técnica, la lente intraocular puede ser, como alternativa, un diseño en una pieza, en la que la óptica y los hápticos están formados a partir de una única pieza del copolímero de la presente invención. La figura 1B presenta una vista lateral de la lente intraocular 10 de la figura 1A, que también muestra la óptica 12 y los hápticos 14.

La figura 2A representa otra realización de una lente intraocular de la presente invención. En la figura 2A se muestra una lente con hápticos de tipo plato 16 que tiene un cuerpo de lente 18. Como se puede observar en la ilustración de la figura 3A, el cuerpo de lente 18 tiene una forma generalmente rectangular e incluye una zona óptica central u óptica 20 formada a partir de un copolímero de la presente invención, y hápticos de tipo plato 22 que se extienden desde extremos diametralmente opuestos de la óptica 20. La figura 2B muestra una vista lateral de la lente con hápticos de 25 tipo plato 16 que aparece en la figura 2A.

Además, los copolímeros de la presente invención pueden utilizarse para producir otros objetos transparentes que requieran un índice de refracción alto y un material blando ópticamente transparente.

La invención se ilustrará a continuación mediante los siguientes ejemplos que pretenden ser ilustrativos y no limitantes.

### Ejemplo 1

Este ejemplo ilustra la preparación de un monómero de BPA. En un matraz de fondo redondo de 3000 ml se añaden 300 gramos de N-bencil-N-isopropilamina y 200 gramos de trietilamina a 900 ml de éter etílico. Mientras se agita y se enfría la mezcla con agua helada se añaden 192 gramos de cloruro de acrilóilo disueltos en 300 ml de éter etílico gota a gota a lo largo de un periodo de 2,5 horas. La mezcla entonces se agita durante la noche a temperatura ambiente. La sal orgánica resultante se disuelve en 1500 ml de agua destilada. La capa orgánica entonces se separa y se lava con 500 ml de dibicarbonato de sodio saturado, seguido de 500 ml de agua destilada. La capa orgánica se seca con tamices moleculares o sulfato de magnesio y después se filtra y se coloca en una cámara refrigerante a -10°C o menos durante 24 horas. Después de filtrar, el monómero se vuelve a recristalizar con 1200 ml de éter etílico para proporcionar el producto de BPA cristalizado final.

### Ejemplo 2

El resto de los ejemplos ilustra la preparación de copolímeros según la presente invención.

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 119,7 gramos de acrilato de n-butilo, 29,0 gramos de BPA, 10,4 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 0,96 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,15 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeo de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2 l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeo de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,494 a 20°C.

### Ejemplo 3

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 118,5 gramos de acrilato de n-butilo, 32,0 gramos de BPA, 8,0 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,44 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil] etilo y 0,13 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeo de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeo de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,496 a 20°C.

## ES 2 309 323 T3

### Ejemplo 4

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 63,5 gramos de acrilato de n-butilo, 54,6 gramos metacrilato de n-butilo, 31,7 gramos de BPA, 9,0 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,28 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,493 a 20°C, un alargamiento del 100% y una resistencia a la tracción de 4688,40 kPa.

### Ejemplo 5

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 79,4 gramos de acrilato de n-butilo, 39,7 gramos metacrilato de n-butilo, 31,7 gramos de BPA, 7,9 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,35 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,493 a 20°C, un alargamiento del 106% y una resistencia a la tracción de 2792,35 kPa.

### Ejemplo 6

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 51,5 gramos de acrilato de n-butilo, 71,4 gramos metacrilato de n-butilo, 23,8 gramos de BPA, 12,0 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,28 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,495 a 20°C, un alargamiento del 68% y una resistencia a la tracción de 3102,62 kPa.

### Ejemplo 7

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 72,5 gramos de acrilato de n-butilo, 51,1 gramos metacrilato de n-butilo, 23,8 gramos de BPA, 10,9 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,28 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,494 a 20°C, un alargamiento del 80%, una temperatura de transición vítrea (Tg) de 11°C, y una resistencia a la tracción de 6.343 kPa.

### Ejemplo 8

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 85,3 gramos de acrilato de n-butilo, 40,6 gramos metacrilato de etilo, 23,8 gramos de BPA, 9,0 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,28 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado. Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,495 a 20°C, un alargamiento del 115% y una resistencia a la tracción de 8943 kPa.

### Ejemplo 9

En un matraz de fondo redondo de 1000 ml se mezclaron 82,2 gramos de acrilato de n-butilo, 42,7 gramos metacrilato de etilo, 23,8 gramos de BPA, 9,9 gramos de dimetacrilato de etilenglicol, 1,3 gramos de metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo y 0,20 gramos de 2,2'-azobisisobutironitrilo. La mezcla se agitó y se purgó completamente con nitrógeno gaseoso durante al menos una hora, y después se trasladó a una instalación de moldeado de lámina de vidrio filtrándola a través de un filtro de 0,2  $\mu$ l bajo una condición atmosférica de nitrógeno de alta pureza. La instalación de moldeado de lámina se colocó en una estufa a 75°C durante 16 horas para su curado.

## ES 2 309 323 T3

Después, la lámina se postcuró durante 4 horas a 140°C. Después de enfriar hasta la temperatura ambiente, la lámina polimerizada se retiró de la instalación. El copolímero resultante tenía un índice de refracción de 1,493 a 20°C, un alargamiento del 110%, una temperatura de transición vítrea (Tg) de 5°C, y una resistencia a la tracción de 6.343 kPa.

5 La tabla I resume las composiciones y propiedades de los copolímeros de los ejemplos 2 a 9.

TABLA I

Ejemplo nº	2	3	4	5	6	7	8	9
Composición (% en peso)								
BA	74,8	74,1	39,7	49,6	32,2	45,3	53,3	51,4
BMA	-	-	34,1	24,8	44,6	32,2	-	-
EMA	-	-	-	-	-	-	25,4	26,7
BPA	18,1	20,0	19,8	19,8	14,9	14,9	14,9	14,9
EGDMA	6,5	5,0	5,6	5,0	7,5	6,8	5,6	6,2
BHPEMA	0,6	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
AIBN	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Propiedades								
Índice de refracción	1,494	1,496	1,493	1,493	1,495	1,494	1,495	1,493
Alargamiento (%)	-	-	100	106	68	80	115	100
Tg (°C)	-	-	-	-	-	11	-	5
Resistencia a la tracción (kPa)	-	-	4688,40	2792,35	3102,62	6.343	8.963	6.343

BA: acrilato de n-butilo

BMA: metacrilato de n-butilo

EMA: metacrilato de etilo

BPA: N-bencil-N-isopropilacrilamida

EGDMA: dimetracrilato de etilenglicol

BHPEMA: metacrilato de 2-[3-(2H-benzotriazol-2-il)-4-hidroxifenil]etilo

AIBN: 2,2'-azobisisobutironitrilo

Aunque se han ilustrado y descrito diversas realizaciones específicas de la invención, será evidente que pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del espíritu de la invención. Por consiguiente, no se pretende limitar la invención, excepto por las reivindicaciones adjuntas.

# ES 2 309 323 T3

## REIVINDICACIONES

1. Una lente oftálmica formada a partir de un copolímero de acrilamida hidrófobo que comprende:

5 un primer constituyente que es N-bencil-N-isopropilacrilamida.

2. La lente oftálmica según la reivindicación 1, en la que la N-bencil-N-isopropilacrilamida comprende una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 50% en peso del copolímero, preferiblemente una cantidad de aproximadamente 12% a aproximadamente 25% en peso del copolímero.

3. La lente oftálmica según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en la que el copolímero comprende además un segundo constituyente que forma copolímeros que tienen una temperatura de transición vítrea menor que aproximadamente 22°C.

4. La lente oftálmica según la reivindicación 3, en la que el segundo constituyente se selecciona del grupo que consiste en monómeros de acrilato de alquilo, monómeros de metacrilato de alquilo y sus mezclas, preferiblemente el segundo constituyente es acrilato de n-butilo.

5. La lente oftálmica según la reivindicación 3, en la que el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y un monómero seleccionado del grupo que consiste en metacrilato de n-butilo y metacrilato de etilo.

6. La lente oftálmica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero comprende además un agente reticulante, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en diacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol (que se prefiere), diacrilato de 1,3-butandiol, dimetacrilato de 1,3-butandiol, diacrilato de 1,4-butandiol, dimetacrilato de 1,4-butandiol, diacrilato de 1,6-hexandiol, dimetacrilato de 1,6-hexandiol, diacrilato de polietilenglicol, y dimetacrilato de polietilenglicol.

7. La lente oftálmica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero comprende además un constituyente absorbente de UV seleccionado del grupo que consiste en benzotriazoles y benzofenonas funcionalizados con acrilato o metacrilato o metacrilato o metalilacrilato o metacrilato.

8. La lente oftálmica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero comprende además un constituyente iniciador seleccionado del grupo que consiste en peróxido, peroxidicarbonato, iniciadores de radicales libres azoicos, e iniciadores de UV.

9. La lente oftálmica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el copolímero tiene un índice de refracción de al menos 1,47; y/o

10 en la que copolímero tiene una temperatura de transición vítrea como máximo de aproximadamente 5°C; y/o

11 en la que la lente oftálmica es una lente intraocular.

10. Una lente oftálmica según la reivindicación 1, que comprende además:

12 un segundo constituyente seleccionado del grupo que consiste en monómeros de acrilato de alquilo, monómeros de metacrilato de alquilo y sus mezclas;

13 un agente reticulante seleccionado del grupo que consiste en diacrilato de etilenglicol, dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de 1,3-butandiol, dimetacrilato de 1,3-butandiol, diacrilato de 1,4-butandiol, dimetacrilato de 1,4-butandiol, diacrilato de 1,6-hexandiol, dimetacrilato de 1,6-hexandiol, diacrilato de polietilenglicol, y dimetacrilato de polietilenglicol;

14 un constituyente absorbente de UV seleccionado del grupo que consiste en benzotriazoles y benzofenonas funcionalizados con acrilato o metacrilato; y

15 un constituyente iniciador seleccionado del grupo que consiste en peróxido, peroxidicarbonato, iniciadores de radicales libres azoicos, e iniciadores de UV.

11. La lente oftálmica según la reivindicación 11, en la que la N-bencil-N-isopropilacrilamida comprende una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 50% en peso del copolímero.

12. La lente oftálmica según la reivindicación 11 ó 12, en la que la N-bencil-N-isopropilacrilamida comprende una cantidad de aproximadamente 12% a aproximadamente 25% en peso del copolímero.

13. La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en la que el segundo constituyente es acrilato de n-butilo.

## ES 2 309 323 T3

14. La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en la que el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y un monómero seleccionado del grupo que consiste en metacrilato de n-butilo y metacrilato de etilo.

5 15. La lente oftálmica según una cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en la que el copolímero tiene un índice de refracción de al menos aproximadamente 1,47; y/o

en la que el copolímero tiene una temperatura de transición vítrea como máximo de aproximadamente 5°C; y/o

10 en la que la lente oftálmica es una lente intraocular.

16. Un copolímero de acrilamida hidrófobo, que comprende:

15 un primer constituyente que es un monómero de acrilamida hidrófobo, siendo el monómero de acrilamida hidrófobo N-bencil-N-isopropilacrilamida; y

un segundo constituyente que forma copolímeros que tienen una temperatura de transición vítrea menor que aproximadamente 22°C.

20 17. El copolímero según la reivindicación 17, en el que la N-bencil-N-isopropilacrilamida comprende una cantidad de aproximadamente 1% a aproximadamente 50% en peso del copolímero, preferiblemente en el que la N-bencil-N-isopropilacrilamida comprende una cantidad de aproximadamente 12% a aproximadamente 25% en peso del copolímero.

25 18. El copolímero según la reivindicación 17 ó 18, en el que el segundo constituyente se selecciona del grupo que consiste en monómeros de acrilato de alquilo, monómeros de metacrilato de alquilo y sus mezclas.

30 19. El copolímero según la reivindicación 19, en el que el segundo constituyente es acrilato de n-butilo; o en el que el segundo constituyente es una mezcla de acrilato de n-butilo y un monómero seleccionado del grupo que consiste en metacrilato de n-butilo y metacrilato de etilo.

35 20. El copolímero según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 20, que comprende además un agente reticulante, preferiblemente seleccionado del grupo que consiste en diacrilato de etilenglicol (que se prefiere), dimetacrilato de etilenglicol, diacrilato de 1,3-butandiol, dimetacrilato de 1,3-butandiol, diacrilato de 1,4-butandiol, dimetacrilato de 1,4-butandiol, diacrilato de 1,6-hexandiol, dimetacrilato de 1,6-hexandiol, diacrilato de polietilenglicol, y dimetacrilato de polietilenglicol.

40 21. El copolímero según cualquiera de las reivindicaciones 17 a 21, que comprende además un constituyente absorbente de UV seleccionado del grupo que consiste en benzotriazoles y benzofenonas funcionalizados con acrililoilo o metacrililoilo o metalilo; y/o que comprende además un constituyente iniciador seleccionado del grupo que consiste en peróxido, peroxidicarbonato, iniciadores de radicales libres azoicos, e iniciadores de UV.

45 22. El copolímero según cualquiera de las reivindicaciones 18 a 23 que tiene un índice de refracción de al menos aproximadamente 1,47; y/o que tiene una temperatura de transición vítrea como máximo de aproximadamente 5°C.

50

55

60

65

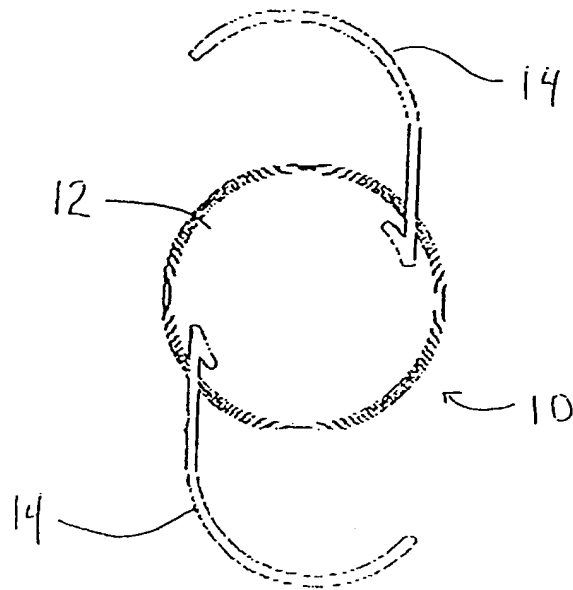


FIG. 1A

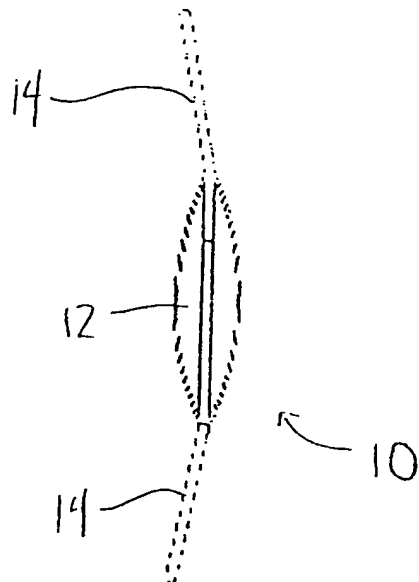


FIG. 1B

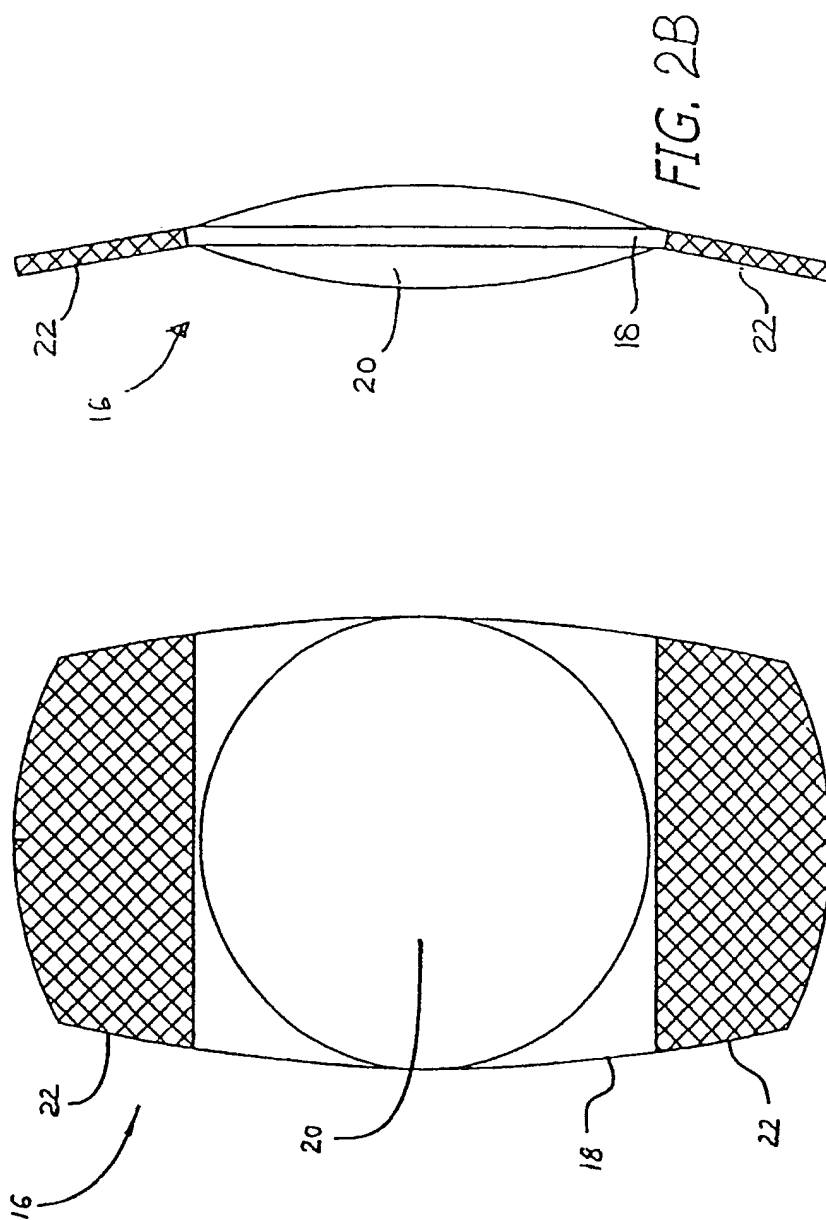


FIG. 2A X

FIG. 2B