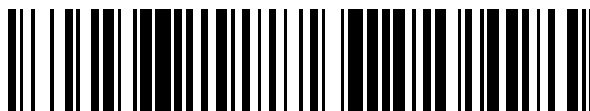


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 406 715**

51 Int. Cl.:

C08J 7/00 (2006.01)

C08J 7/12 (2006.01)

B29D 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2006 E 06797020 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2013 EP 1932874**

54 Título: **Procedimiento para la producción de material de lente de contacto y procedimiento para la producción de lente de contacto blanda**

30 Prioridad:

05.09.2005 JP 2005256647

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

07.06.2013

73 Titular/es:

**HOYA CORPORATION (100.0%)
7-5, NAKA-OCHIAI 2-CHOME
SHINJUKU-KU, TOKYO 161-8525, JP**

72 Inventor/es:

IMAFUKU, SUGURU

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 406 715 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

Procedimiento para la producción de material de lente de contacto y procedimiento para la producción de lente de contacto blanda

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un material de lente de contacto que presenta una superficie suave con buena humectabilidad al agua y durabilidad, y a un procedimiento de fabricación de una lente de contacto blanda que emplea el material de lente de contacto obtenido con el procedimiento anterior.

Antecedentes de la técnica

- 10 Los resultados clínicos han indicado que el aporte de oxígeno de la atmósfera disminuye cuando se usan lentes de contacto, dando lugar a la inhibición de la mitosis de células epiteliales en la córnea y al engrosamiento de la córnea. De acuerdo con esto se han realizado intentos para mejorar la permeabilidad al oxígeno de materiales para proporcionar lentes de contacto más seguras.

- 15 Se sabe que las lentes de contacto blandas que contienen agua producen un confort agradable debido a la flexibilidad del material, pero la permeabilidad al oxígeno que proporcionan es menor que en las lentes de contacto duras, debido al contenido en humedad de las lentes. Por ejemplo, en el caso de lentes de contacto blandas que contienen agua, el coeficiente de permeabilidad al oxígeno de un material con un contenido de agua del 80 por ciento es de aproximadamente 40×10^{-11} (cm²/s) · (ml de O₂/ml x mm de Hg); no llega a la córnea una cantidad adecuada de oxígeno. Por tales razones, se ha propuesto que lentes de contacto blandas que tienen componentes de lente en la forma de monómeros que contienen silicona y macrómeros de siloxano, aumentan la permeabilidad al oxígeno y lentes de contacto
20 que presentan componentes de lente en la forma de monómeros que contienen flúor. evitan la contaminación. Por ejemplo, la publicación de patente no examinada japonesa (KOKAI) n° 2001-311917 divulga un material de lente de contacto blando que presenta buenas flexibilidad y permeabilidad al oxígeno, usando un macrómero que presenta una estructura de dimetilsiloxano en una cadena lateral. Sin embargo, usando componentes de silicio y componentes de flúor en materiales de lente, se tiende por lo general a reducir la humectabilidad al agua de la superficie de la lente. Como consecuencia los contaminantes en componentes de fluido de la lágrima tienden a adherirse, a veces comprometiendo la confortabilidad.

- 25 En tal situación, se han propuesto diversos procedimientos de tratamiento de superficie para lentes de contacto para mejorar la humectabilidad al agua de la superficie. La publicación de patente examinada japonesa (KOKOKU) de Showa n° 63-040293 divulga un procedimiento de tratamiento en el que el recubrimiento de lentes de silicona o poliuretano se lleva a cabo en una atmósfera de hidrocarburo que no comprende esencialmente nitrógeno u oxígeno, después de lo cual las lentes se exponen a oxígeno, con lo que se aumenta la propiedad hidrófila de la superficie de la lente. En este procedimiento de recubrimiento se trata una lente de hidrogel de silicona con plasma sin que contenga agua. Sin embargo, para obtener el producto de lente final, después de tratar la lente con plasma, se usa un disolvente orgánico tal como alcohol para eliminar monómeros no polimerizados, oligómeros, y similares, cuya retención en la lente es biológicamente indeseable. Se sustituye luego una solución salina fisiológica de conservación de lente de contacto blanda (solución de envasado), o similar, seguido de procesamiento de esterilización con vapor a alta presión. En estas etapas de extracción con un disolvente orgánico tal como alcohol o similar e introducción de agua usando solución salina fisiológica o solución de conservación de lente de contacto blanda, el volumen de la lente aumenta en aproximadamente 10 a 50 por ciento. Por tanto, debido a que la película de recubrimiento es una película rígida con una densidad de reticulación extremadamente alta que se forma en una atmósfera de hidrocarburo, existe el problema de que se separe la película de polímero, formando grietas en la superficie de la lente. El nivel de defecto de separación y agrietamiento de la película provocado por las etapas de extracción e hinchamiento se potencia con el subsiguiente tratamiento de esterilización con vapor a alta presión, lo que hace que la lente sea inadecuada para su uso como una lente de contacto en contacto directo con el ojo.

- 35 40 45 50 La publicación de patente no examinada japonesa (KOKAI) de Showa n° 62-031803 divulga un procedimiento de tratamiento con plasma con un gas mixto de un hidrocarburo saturado y oxígeno. Sin embargo, en la polimerización del plasma con un gas mixto de hidrocarburo saturado y oxígeno, la película de polímero que se forma con el plasma es atacada químicamente más rápidamente que la película formada sobre la lente debido al efecto de ataque químico atribuido al plasma de oxígeno. Por tanto, se requiere un tiempo considerable para alcanzar un espesor de película deseado, que es problemático para la comercialización de este procedimiento.

- 55 "Application of plasma polymerization on silicone rubber contact lens surfaces and its effects" en Collected Articles on Polymers (vol. 42, n° 11, páginas 841-847, 1985) describe una película de polímero con buena humectabilidad al agua y durabilidad usando monómero de N-vinil-2-pirrolidona ("NVP" en lo sucesivo). Este procedimiento permite la formación de una película de polímero con buena humectabilidad al agua y durabilidad. Sin embargo el NVP usado en el recubrimiento es un carcinógeno conocido cuando se encuentra en un estado de vapor. Cuando

se usan monómeros orgánicos tales como NVP como gases en el procesamiento con plasma, se debe tener gran cuidado en lo relativo a la seguridad de los trabajadores y en los lugares de trabajo. Por tanto este procedimiento también presenta problemas de comercialización.

Descripción de la invención

- 5 De acuerdo con lo anterior, el objeto de la presente invención es proporcionar un material de lente de contacto que presente una superficie suave con buena humectabilidad al agua y durabilidad tal que, tras el recubrimiento de la superficie de la lente sin que esta contenga agua, una etapa de extracción con un disolvente orgánico tal como alcohol, una etapa de introducción de agua que usa solución salina fisiológica o una solución de conservación de lente de contacto
10 de resistir el hinchamiento volumétrico de la lente y la superficie de la lente no presenta deficiencias que den lugar a problemas cuando la lente se esté llevando, así como también presenta humectabilidad al agua y durabilidad en superficie adecuadas para llevarlas.

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un material de lente de contacto que comprende un material base de lente de contacto y un recubrimiento formado sobre al menos una parte de una superficie de dicho material base, en el que dicho material base de lente de contacto se procesa mediante polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto de metano y aire húmedo, y posteriormente se trata con plasma en una atmósfera de gas no polimerizable para formar dicho recubrimiento. Además la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de una lente de contacto blanda, en la que se introduce agua en el material de lente de contacto fabricado por el procedimiento anterior para obtener una lente de contacto blanda.

- 20 La presente invención puede proporcionar una lente de contacto blanda que presenta una superficie suave que posee buena humectabilidad al agua y durabilidad, y de forma más particular, una lente de contacto blanda que comprende hidrogel que contiene silicona como un componente de la lente.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

La presente invención se describirá con mayor detalle a continuación.

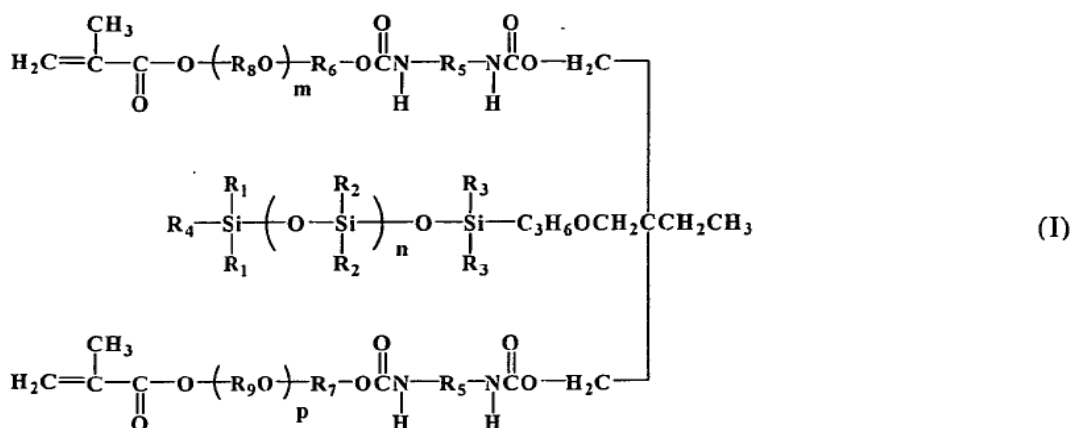
- 25 [Procedimiento de fabricación de material de lente de contacto]

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un material de lente de contacto que comprende un material base de lente de contacto y un recubrimiento formado en al menos una parte de una superficie de dicho material base. En el procedimiento de fabricación de un material de lente de contacto de la presente invención, dicho material base de lente de contacto se procesa mediante polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto de metano y aire húmedo, y posteriormente se trata con plasma en una atmósfera de gas no polimerizable para formar dicho recubrimiento.

El material de base para lente de contacto anteriormente citado puede ser un polímero capaz de convertirse en un hidrogel, preferiblemente un copolímero que contiene silicona capaz de convertirse en un hidrogel, que presenta la forma de una lente de contacto. Se pueden usar materiales base que son comúnmente conocidos como aquellos para lente de contacto blanda. Ejemplos específicos de tales materiales base de lente de contacto son materiales base que comprenden copolímeros obtenidos por polimerización de una mezcla de al menos un monómero que contiene silicona, o macromonómero que contiene silicona y al menos un monómero hidrófilo. Un ejemplo de un monómero de silicona aplicable es tris(trimetilsiloxi)-gamma-metacriloxipropilsilano. Un ejemplo de un macromonómero que contiene silicona es un macromonómero de siloxano que presenta un peso molecular medio numérico de aproximadamente 1.000 a 10.000
40 con una estructura de polisiloxano en una cadena lateral, tal como la mostrada en la fórmula general (I) a continuación.

45

[Fórmula química 1]



[en la fórmula, R₁, R₂ y R₃ están seleccionados cada uno independientemente de grupos alquilo C1 a C4, R₄ está seleccionado de grupos alquilo C1 a C6, R₅ es un residuo en el que NCO está eliminado de un diisocianato alifático, alicíclico o aromático, R₆, R₇, R₈ y R₉ están seleccionados cada uno independientemente de alqueno C1 a C3, n es un número entero de 4 a 80, y m y p son cada uno independientemente un número entero de 3 a 40].

Ejemplos de monómeros hidrófilos son metacrilato de 2-hidroxiethyl, N,N-dimetilacrilamida, N-vinil-2-pirrolidona, y ácido metacrílico. Se puede hacer referencia a la publicación de patente no examinada japonesa (KOKAI) n° 2001-311917, traducción publicada de una solicitud internacional PCT (TOKUHYO) de Heisei n° 10-509763, publicación de patente no examinada japonesa (KOKAI) n° 2003-228029, traducción japonesa publicada de una solicitud internacional PCT (TOKUHYO) de Heisei n° 11-502894, y similares para detalles relativos a materiales base de lente de contacto que son adecuados para uso en la presente invención.

El material base de lente de contacto se puede fabricar mediante varias técnicas convencionales (tales como procedimientos de torneado, moldeo por rotación y moldeo por vaciado), en el procedimiento de fabricación de moldeo por vaciado la lente se retira del molde, y posteriormente se procesa para formar un recubrimiento (procesada por polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto y se trata con plasma en una atmósfera de gas no polimerizable como se indica anteriormente).

En la presente invención el recubrimiento se forma en al menos una parte de la superficie del material base de lente de contacto. El recubrimiento se forma mediante procesamiento del material base de lente de contacto mediante polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto de metano y aire húmedo (designado como "primera etapa" en lo sucesivo), seguido de tratamiento con plasma en una atmósfera de gas no polimerizable (designado como "segunda etapa" en lo sucesivo). En la presente invención, el término "procesamiento mediante polimerización en plasma" se refiere a la generación de un estado de plasma con una descarga eléctrica en un grado adecuado de vacío en un dispositivo de polimerización en plasma y formación de una película delgada (película de polímero) formada con gas polimerizable en la superficie del material base, y "tratamiento con plasma" se refiere a la modificación de la capa más exterior de la superficie del material base con un gas no polimerizable.

PRIMERA ETAPA

En la primera etapa el material base de lente de contacto se procesa mediante polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto de metano y aire húmedo. De forma específica, el material base de lente de contacto se introduce en un dispositivo para polimerización en plasma y se genera un vacío para llevar la presión de partida dentro del dispositivo por debajo de un cierto intervalo. Cuando el material base de lente de contacto se transporta a un dispositivo de vacío y se aplica un vacío, además del gas que se adsorbe en la superficie del dispositivo, se descarga gas ocluido en el interior y se desprende gas que se descarga por los materiales de sellado, gas, humedad y similares que son absorbidos en el material base de lente de contacto que se va a procesar. Por tanto, manteniendo la presión de partida en el dispositivo constante antes de procesar mediante polimerización en plasma también se contribuye a la reducción de la variación en calidad, entre los lotes de procesamiento y dentro de lotes, y es deseable desde las perspectivas práctica y comercial. La presión de partida cuando se aplica un vacío es preferiblemente igual a o inferior a 1,35 Pa, más preferiblemente igual a o inferior a 1,30 Pa. Es preferible igual a o inferior a 1,35 Pa debido a la variación en calidad (la variación en espesor de recubrimiento) entre lotes en procesamiento y dentro de los lotes se puede reducir debido a los efectos del gas adsorbido en la superficie del dispositivo y gas adsorbido por el material base de lente de contacto, como se citó anteriormente. Para descarga el gas dentro del dispositivo a dentro de un cierto intervalo de esta forma, es suficiente usar una bomba de vacío que presente la capacidad de alcanzar el grado objetivo de vacío; una bomba de

rotación hidráulica, bomba de seco, o cualquier bomba comúnmente conocida. Se puede usar cualquier aparato de medida capaz de medir la presión dentro del intervalo prescrito para medir el grado de vacío dentro del dispositivo; son ejemplos manómetros de vacío con diafragma y manómetros de vacío Pirani. Adicionalmente en la presente invención para procesar de forma uniforme y eficiente las superficies (superficie curvada frontal y superficie curvada de base) del material base de lente de contacto que se va a procesar, el material base de lente de contacto está colocado preferiblemente en una bandeja para soporte. Debido a que el interior del dispositivo se encuentra en un estado próximo a vacío, es deseable soportar el material base de lente de contacto mediante contacto lineal, tal como contacto igual o mayor a 1 por ciento, con la superficie del material de base de lente de contacto para aumentar la estabilidad del material base de lente de contacto durante el procesamiento. Se puede usar como el material de bandeja cualquier material que se use habitualmente en dispositivos de vacío tales como acero inoxidable.

Una vez que el grado de vacío dentro del dispositivo ha alcanzado el intervalo de presión prescrito se introduce un gas mixto de metano y aire húmedo en el dispositivo y se forma una base para un recubrimiento que sea flexible, capaz de resistir el hinchamiento de la lente, y que posea buena humectabilidad al agua y durabilidad sobre la superficie de la lente. El uso de aire húmedo en esta primera etapa da lugar a una película de recubrimiento que presenta flexibilidad sobre la superficie de la lente y permite la formación de una superficie suave tal que no se formen grietas y similares en la película de recubrimiento sobre la superficie de la lente incluso tras extracción con un disolvente orgánico tal como alcohol (denominado como "extracción en alcohol" en lo sucesivo) o una etapa de introducción de agua que use solución salina fisiológica o similar. En la presente invención el término "aire húmedo" se refiere a aire que contiene igual a o más de 150 ppm de humedad, es preferible de 150 a 1.000 ppm, y de 150 a 400 ppm es incluso más preferible. En este procedimiento no es deseable contenido en humedad inferior a 150 ppm en aire seco debido que a la densidad de reticulación en la película formada sobre la superficie de la lente aumenta, tendiendo a formar una película rígida, y se tiende a desarrollar grietas y similares en etapas de hinchamiento tal como extracción de alcohol. Ejemplos de procedimientos de preparación con aire húmedo son: mezclar humedad como una impureza durante la fabricación con aire seco; mezclar humedad provocando que el aire seco pase a través de agua destilada cuando se introduce aire seco en el dispositivo; y hervir agua destilada en un recipiente de vidrio tal como un matraz con un fondo redondeado, por ejemplo, mezclando el vapor que se obtiene con aire seco, y luego introducir la mezcla en el dispositivo.

La proporción de mezcla de metano a aire húmedo (metano:aire húmedo) usada en la primera etapa es preferiblemente de 50:50 a 70:30 en base al volumen. Una proporción de aire húmedo que supere esta relación no es deseable debido a que la velocidad de formación de película en la superficie de la lente tiende a disminuir (aumenta el tiempo de procesamiento) y la humectabilidad al agua tras esterilización con vapor a alta presión que se lleva a cabo antes de obtener el producto final disminuye a veces. No es deseable una proporción de metano que supere esta relación ya que la película formada sobre una lente de contacto blanda flexible tiende a ser más rígida en la superficie de la lente y tiene lugar la separación, agrietamiento y similares del polímero rígido debido al cambio de tamaño debido al hinchamiento. La relación de mezcla es más preferiblemente de 55:45 a 65:35.

En la primera etapa se puede introducir un gas mixto de metano y aire húmedo en el dispositivo, o el metano y el aire húmedo se pueden introducir por separado para formar un gas mixto dentro del dispositivo. En la primera etapa es deseable para el gas que sea suministrado sin interrupción al interior del dispositivo, con procesamiento mediante polimerización en plasma que se lleva a cabo mientras se usa una bomba de vacío para mantener una presión constante dentro del dispositivo. El caudal del gas mixto de metano y aire húmedo que se introduce en el dispositivo es preferiblemente de 1,5 a 2,0 cm³/m, más preferiblemente de 2 a 10 cm³/m, para un dispositivo con un volumen interno de aproximadamente 150 a 700 l, por ejemplo.

El procesamiento mediante polimerización en plasma en la primera etapa se lleva a cabo de forma deseable después de que el gas se haya introducido en el dispositivo y la presión dentro del dispositivo se haya estabilizado. Las condiciones de procesamiento durante la descarga eléctrica se seleccionan de forma adecuada; por ejemplo, son deseables una presión dentro del dispositivo de 4 a 10 Pa, una potencia de descarga de 10 a 80 W, y una fuente de energía con baja frecuencia de aproximadamente 6 a 15 kHz durante la generación del plasma. Se pueden usar, por ejemplo, dispositivos de tipo electrodo y dispositivos de tipo electrodo externos. En todos los casos se puede usar dispositivos conocidos para llevarlo a cabo. La duración del procesamiento mediante polimerización en plasma en la primera etapa se puede fijar teniendo en cuenta el espesor deseado de la película, y puede ser, por ejemplo, de 3 a 20 minutos, preferiblemente de 4 a 10 minutos.

50 SEGUNDA ETAPA

En la segunda etapa para el material base de lente de contacto tras la primera etapa anteriormente citada, el tratamiento en plasma se lleva a cabo en una atmósfera de gas no polimerizable. En la presente invención la propiedad hidrófila del recubrimiento se puede mejorar llevando a cabo la segunda etapa tras formar una base de recubrimiento en la superficie del material base de lente de contacto en la primera etapa. El gas no polimerizable usado en la segunda etapa presenta un efecto decapante, actuando para aumentar la propiedad hidrófila del recubrimiento decapando el recubrimiento que se ha formado en el material base de lente en la primera etapa. La segunda etapa se puede llevar a cabo con el mismo dispositivo de plasma que la primera etapa, o con un dispositivo de plasma diferente. Desde la perspectiva de la

procesabilidad y similares, es deseable llevar a cabo de forma sucesiva la segunda etapa tras la primera etapa en el mismo dispositivo de plasma. En este caso, una vez que el gas de procesamiento en el dispositivo se ha descargado tras la primera etapa se introduce el gas no polimerizable usado en la segunda etapa. En la primera etapa en el caso de un hidrogel de silicona es posible aumentar la humectabilidad al agua, por ejemplo, en la extensión que el ángulo de contacto de 105 grados en estado no procesado llegue a aproximadamente 50 a 60 grados, en la medida de ángulo de contacto por un procedimiento de gota de líquido usando agua destilada. La segunda etapa puede dotar de una mayor propiedad hidrófila a la superficie de la lente, y es posible aumentar el ángulo de contacto hasta aproximadamente 40 grados en el caso anteriormente citado.

El "gas no polimerizable" usado en la segunda etapa se refiere a un gas que no presenta la propiedad de depositarse sobre la superficie mediante procesamiento en plasma. Tales gases se pueden dividir ampliamente en aquellos que no contribuyen a reacciones químicas, tales como gases inertes, y aquellos que contribuyen a reacciones químicas pero que no presentan la propiedad de depositarse sobre la superficie. Ejemplos específicos son helio, argón, H₂, O₂, N₂, H₂O, NH₃ y aire. De estos se prefieren oxígeno, argón y aire, siendo oxígeno incluso de mayor preferencia. El "aire" designado aquí puede ser también aire húmedo. Se puede usar el aire húmedo descrito en la primera etapa anteriormente.

En la segunda etapa también es deseable llevar a cabo el tratamiento en plasma mientras se introduce el gas en el dispositivo sin interrupción y usar una bomba de vacío para mantener una presión constante dentro del dispositivo. Son deseables una presión dentro del dispositivo de plasma de 4 a 10 Pa, una potencia de descarga de 10 a 80 w, y una fuente de energía con baja frecuencia de aproximadamente 6 a 15 kHz durante la generación del plasma. Cuando el volumen interno del dispositivo de plasma es aproximadamente 150 a 700 l, el caudal de gas no polimerizable es preferiblemente de 1,5 a 20 cm³/m, más preferiblemente de 2 a 10 cm³/m. La duración del procesamiento en plasma en la segunda etapa puede ser ajustada teniendo en cuenta la velocidad de decapado y similares del gas de procesamiento usado en la segunda etapa; por ejemplo, puede ajustarse de 30 segundos a 5 minutos, y preferiblemente de 1 a 3 minutos.

Se puede formar un recubrimiento sobre la superficie del material base de lente de contacto mediante las etapas anteriores. Esto es suficiente para que se forme el recubrimiento en al menos una parte de la superficie del material base, pero se forma deseablemente sobre toda la superficie del material base. El espesor del recubrimiento es importante en lo que respecta a la humectabilidad al agua y durabilidad de la superficie de la lente. El espesor del recubrimiento se puede medir con un elipsómetro automático. En lugar de medida directa del espesor del recubrimiento formado en el material base de lente de contacto con un elipsómetro automático, es también posible disponer ambas lentes y una oblea de silicio sobre la bandeja de transporte, medir el espesor de la película que se forma en la oblea de silicio y adoptar este espesor de película como el espesor del recubrimiento que se ha formado sobre el material base de lente de contacto. El espesor es preferiblemente de 90 a 250 Angstroms, más preferiblemente de 100 a 200 Angstroms. Es preferible un espesor de recubrimiento igual o mayor de 90 Angstroms debido a que da alta resistencia térmica al recubrimiento y no da lugar a una disminución en la humectabilidad al agua tras la esterilización con vapor a alta presión. Un espesor del recubrimiento igual a o inferior a 250 Angstroms da alta permeabilidad al oxígeno.

[Procedimiento de fabricación de lente de contacto blanda]

El procedimiento de fabricación de una lente de contacto blanda de la presente invención es el procedimiento en el que se introduce agua en el material de lente de contacto fabricado con el procedimiento anteriormente citado para obtener una lente de contacto blanda. La introducción de agua se puede llevar a cabo mediante un procedimiento conocido. De forma específica, el material de lente de contacto obtenido con el procedimiento anteriormente citado se puede sumergir en solución salina fisiológica o una solución de conservación para lente de contacto blanda para introducir agua.

Tras el procesamiento para introducir agua la lente de contacto blanda se puede esterilizar mediante procesamiento con vapor de alta presión, por ejemplo. El material de lente de contacto se puede someter también al tratamiento de extracción con un disolvente orgánico antes del tratamiento de introducción de agua. Este tratamiento de extracción se puede llevar a cabo mediante procedimientos conocidos; tales tratamientos puede eliminar monómeros no polimerizados, oligómeros y similares que permanecen en el material de lente de contacto aquellos que son biológicamente no deseables. Debido a que hay un recubrimiento altamente flexible sobre la superficie del material de lente de contacto que se obtiene con el procedimiento de la presente invención, es posible reducir o evitar la separación, agrietamiento y similares del recubrimiento durante el tratamiento de extracción y tratamiento de introducción de agua anteriormente descritos. Por tanto, de acuerdo con la presente invención se puede obtener una lente de contacto blanda de buena humectabilidad y durabilidad además de alta suavidad de superficie.

Ejemplos

La presente invención se describirá adicionalmente a continuación en base a ejemplos. No obstante, la presente invención no se verá limitada a los siguientes ejemplos

1. Fabricación de material base de lente de contacto

Ejemplo de fabricación A: síntesis de macrómero

Se cargaron en un matraz de tres bocas 8,88 g de isoforondiisocianato, 0,025 g de un catalizador en la forma de dilaurato de dibutylestano y 45 ml de cloruro de metileno y se agitó la mezcla en un flujo de gas nitrógeno. A continuación se pesó de forma precisa 20 g de alfa-butyl-omega-[3-(2,2-dihidroximetil)butoxi]propil]polidimetilsiloxano y se añadió por goteo al matraz durante aproximadamente tres horas, y se hizo reaccionar la mezcla. Cuando la reacción había progresado durante 48 horas hasta temperatura ambiente se pesaron de forma precisa otros 0,025 g de dilaurato de dibutylestano y 23,3 g de monometacrilato de polietilenglicol (PE-350) y se añadieron por goteo al matraz durante aproximadamente 30 minutos. Se cubrió la mezcla con papel de aluminio y se agitó hasta que desapareció la banda de absorción (2.260 cm^{-1}) correspondiente al isocianato en análisis de IR (espectro de absorción de radiación infrarroja) (una reacción de aproximadamente 48 horas a temperatura ambiente). Se añadió adicionalmente cloruro de metileno a la solución después de esto se lavó la mezcla con una gran cantidad de agua, se deshidrató y se filtró. Se separó luego el disolvente por destilación dando un macrómero con un peso molecular medio numérico de 2.000 (en base a la conversión de poliestireno).

Ejemplo de fabricación A-1: fabricación de material base de lente de contacto

Se mezclaron aproximadamente 3,9 g del macromonómero de siloxano obtenido en el ejemplo de fabricación A, aproximadamente 15 g de tris(trimetilsiloxi)-gamma-metacriloxipropilsilano, aproximadamente 11,1 g de N,N-dimetilacrilamida, aproximadamente 0,003 g de un material colorante en la forma de 1-anilino-4-(4-vinilbencil)aminoantraquinona, y aproximadamente 0,18 g de un iniciador de polimerización en la forma de óxido de fenilbis(2,4,6-trimetilbenzoil)fosfina durante aproximadamente 20 horas a temperatura ambiente para preparar una solución de monómero mixta. Se dispuso luego la solución de monómero mixta en un molde de vertido en forma de lente de contacto de polipropileno, se combinaron los moldes superior e inferior, y se completó la polimerización mediante irradiación durante 20 minutos con radiación en el rango de UV a luz visible (de 380 a 450 nm) a aproximadamente 35 mW/cm². Cuando había finalizado la polimerización se retiró el producto de polimerización del molde, dando un material base de lente de contacto.

Ejemplo de fabricación A-2: fabricación de lente de contacto

Se mezclaron aproximadamente 4,5 g del macromonómero de siloxano obtenido en el ejemplo de fabricación A, aproximadamente 15 g de tris(trimetilsiloxi)-gamma-metacriloxipropilsilano, aproximadamente 10,5 g de N,N-dimetilacrilamida, y aproximadamente 0,18 g de óxido de fenilbis(2,4,6-trimetilbenzoil)fosfina durante aproximadamente 20 horas a temperatura ambiente para preparar una solución de monómero mixta. Se dispuso luego la solución de monómero mixta en un molde de vertido en forma de lente de contacto de polipropileno, se combinaron los moldes superior e inferior, y se completó la polimerización mediante irradiación durante 20 minutos con radiación en el rango de UV a luz visible (de 380 a 450 nm) a aproximadamente 35 mW/cm². Cuando había finalizado la polimerización se retiró el producto de polimerización del molde, dando un material base de lente de contacto.

Ejemplo 1

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,24 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 150 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 60:40 (caudal de gas:metano = 1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 200 Angstroms con un elipsómetro automático.

Tras el procesamiento la lente se sumergió durante aproximadamente 5 horas en metanol, se sustituyó con una solución de relleno para lente de contacto blanda, se envasó en un estuche para lente y se sometió a procesamiento de esterilización con vapor a alta presión a 121° C durante 30 minutos. Se usaron los siguientes procedimientos para observar la superficie de la lente obtenida y evaluar la humectabilidad al agua (medida de ángulo de contacto) y la durabilidad (durabilidad por frotamiento) de la película hidrófila en la superficie. Se dan los resultados en la tabla 1. Como se muestra en la tabla 1 la lente obtenida en el presente ejemplo tenía una superficie suave, blanda (figura 1), buena humectabilidad al agua y durabilidad y propiedades físicas adecuadas como un lente de contacto blanda.

(a) Inspección de apariencia externa

Después de secar la humedad de la superficie de la lente se usó un microscopio HF digital VH-8000 fabricado por Keyence Corp. para comprobar en la superficie de la lente arañazos y grietas.

(b) Evaluación de la humectabilidad al agua en superficie (medida del ángulo de contacto)

Después de secar la humedad de la superficie de la lente se fijó la lente en un soporte y se midió el ángulo de contacto mediante el procedimiento de gota de líquido con agua destilada.

(c) Ensayo de durabilidad por frotamiento

- 5 Se dispuso la lente en la palma de la mano, se usó una solución de limpieza para lente de contacto blanda para frotar las partes frontales y posteriores de la lente, y se lavó completamente la lente con agua destilada. Se repitió este ciclo de limpieza y se usó luego el procedimiento descrito en (b) para medir el ángulo de contacto después de 10, 20 y 30 ciclos de limpieza para evaluar la durabilidad de la película hidrófila en la superficie.

Ejemplo 2

- 10 Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,24 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 150 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 60:40 (caudal de gas:metano =1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 5 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 170 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda (figura 2), buena humectabilidad al agua y durabilidad, y adecuadas propiedades físicas como una lente de contacto blanda.

Ejemplo 3

- 25 Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,28 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 150 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 60:40 (caudal de gas:metano =1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 4,5 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 150 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda (figura 3), buena humectabilidad al agua y durabilidad, y adecuadas propiedades físicas como una lente de contacto blanda.

Ejemplo 4

- 40 Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-2 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,25 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 250 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 67:33 (caudal de gas:metano =2 (cm³/m), aire húmedo = 1 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 15 kHz, y una energía de descarga de 44 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 1 minuto a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 15 kHz y una energía de descarga de 44 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 220 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda, buena humectabilidad al agua y durabilidad, y por tanto era adecuadamente suficiente para una lente de contacto blanda.

Ejemplo 5

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,24 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 300 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 60:40 (caudal de gas:metano =1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 190 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda (figura 4), buena humectabilidad al agua y durabilidad, y adecuadas propiedades físicas como una lente de contacto blanda.

Ejemplo 6

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,24 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 300 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 60:40 (caudal de gas:metano =1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 4 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 120 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda, buena humectabilidad al agua y durabilidad, y adecuadas propiedades físicas como una lente de contacto blanda.

Ejemplo 7

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,24 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 300 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire húmedo) de 53:47 (caudal de gas:metano =1,6 (cm³/m), aire húmedo = 1,4 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 4,5 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 100 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La lente tenía una superficie suave, blanda, buena humectabilidad al agua y durabilidad, y adecuadas propiedades físicas como una lente de contacto blanda.

Ejemplo comparativo 1 (procesamiento con hidrocarburo solo)

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-2 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,23 Pa. A continuación se introdujo 3 (cm³/m) de metano en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 45 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 45 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 200 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La observación de la superficie de la lente reveló grietas, que hacen la lente no adecuada como una lente de contacto (figura 5). Se pensó que la película formada con metano se formó como un recubrimiento rígido en la lente, y el recubrimiento era incapaz de resistir el grado de hinchamiento de la lente en la extracción de alcohol y etapas de introducción de agua, dado lugar a grietas.

Ejemplo comparativo 2 (procesamiento con un gas mixto de hidrocarburo saturado y oxígeno)

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,27 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto en el dispositivo a caudales de 1 (cm³/m) de metano y 2 (cm³/m) de oxígeno y se procesa mediante polimerización en plasma durante 7 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 15 kHz, y una energía de descarga de 35 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 70 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. Debido a que la película formada en la superficie de la lente era fina, la humectabilidad al agua tras la esterilización con vapor a alta presión era pobre, y la lente no era adecuada para uso como una lente de contacto.

Ejemplo comparativo 3 (procesamiento con un gas mixto de metano y aire seco)

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,23 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire (concentración de humedad 0,53 ppm o menos) con una relación de mezcla (metano:aire) de 60:40 (caudal de gas:metano = 1,8 (cm³/m), aire = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 7 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 15 kHz, y una energía de descarga de 35 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (scm) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 220 Angstroms con un elipsómetro automático. El procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La observación de la superficie de la lente reveló grietas, que hacen la lente no adecuada como una lente de contacto (figura 6). Se pensó que la película formada con el gas mixto de metano y aire seco se formó como un recubrimiento rígido en la lente, y el recubrimiento era incapaz de resistir el grado de hinchamiento de la lente en la extracción de alcohol y etapas de introducción de agua, dado lugar a grietas. Una comparación con el ejemplo 1 muestra que el gas de procesamiento usado en la primera etapa difería, siendo aire húmedo en un caso y aire seco en el otro, lo que revela que la mezcla de humedad producía una mayor diferencia en los resultados.

Ejemplo comparativo 4 (procesamiento con un gas mixto de metano y aire seco)

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,25 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire (concentración de humedad igual a o inferior a 0,53 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire) de 67:33 (caudal de gas:metano = 2 (cm³/m), aire = 1 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 6 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 35 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 150 Angstroms con un elipsómetro automático. El procedimiento de procesamiento subsiguiente de la lente tras el procesamiento se llevó a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La observación de la superficie de la lente reveló grietas, que hacen la lente no adecuada como una lente de contacto (figura 7). Una comparación con el ejemplo 1 muestra que el gas de procesamiento usado en la primera etapa difería, siendo aire húmedo en un caso y aire seco en el otro, lo que revela que la mezcla de humedad producía una mayor diferencia en los resultados.

Ejemplo comparativo 5 (procesamiento con un gas mixto de metano y aire húmedo (concentración de humedad 50 ppm))

Se dispuso la lente de contacto obtenida en el ejemplo de fabricación A-1 en un dispositivo de polimerización en plasma (con un volumen interno de aproximadamente 170 l) y se aplicó un vacío hasta una presión de partida de 1,23 Pa. A continuación se introdujo un gas mixto de metano y aire (concentración de humedad 50 ppm) con una relación de mezcla (metano:aire) de 60:40 (caudal de gas:metano = 1,8 (cm³/m), aire húmedo = 1,2 (cm³/m)) en el dispositivo y se procesa mediante polimerización en plasma durante 7 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz, y una energía de descarga de 35 w. A continuación una vez que el gas de procesamiento se ha descargado del dispositivo, se introdujo 3 (cm³/m) de oxígeno en el dispositivo y se llevó a cabo el tratamiento en plasma durante 2 minutos a una presión de 4 Pa, una frecuencia de 10 kHz y una energía de descarga de 40 w. Se midió el espesor de una película formada en una oblea de silicio procesada junto con la lente en aproximadamente 195 Angstroms con un elipsómetro automático. El

procesamiento y evaluación subsiguientes de la lente tras el procesamiento se llevaron a cabo de la misma forma que en el ejemplo 1. Los resultados de la evaluación para la lente se dan en la tabla 1. La observación de la superficie de la lente reveló grietas, que hacen la lente no adecuada como una lente de contacto (figura 8). Una comparación de ejemplos comparativos 3 y 4, cuyo procesamiento se llevó a cabo con un gas mixto de metano y aire seco, reveló mejora sustancial en el grado de agrietamiento, pero se consideró inadecuada una concentración de humedad de 50 ppm.

Como se muestra en la tabla 1 y figuras 5 a 8, cuando se formaba el recubrimiento con un hidrocarburo (tal como metano) que no contiene esencialmente nitrógeno u oxígeno; cuando se formaba el recubrimiento con un gas mixto de metano y aire seco; y cuando se formaba el recubrimiento con un gas mixto de metano y aire que contiene un contenido en humedad de aproximadamente 50 ppm, como en los ejemplos comparativos 1, 3 a 5, aparecían grietas en la superficie de la lente, haciendo la lente no adecuada como una lente de contacto. Cuando se formaba el recubrimiento usando un gas mixto de un hidrocarburo saturado y oxígeno, como en el ejemplo comparativo 2 la película formada por el hidrocarburo saturado se decapaba con el plasma de oxígeno, impidiendo la formación de una película de espesor adecuado sobre la superficie de la lente y dotando de insuficiente humectabilidad del agua.

Por el contrario como se muestra en los ejemplos, las lentes que se recubrían con un gas mixto de metano y aire húmedo presentaban superficies de buena suavidad, humectabilidad al agua y durabilidad, y eran satisfactorias como lentes de contacto.

[Tabla 1]

| Ejemplo | Apariencia externa de la lente | Espesor de la película (Angstroms) | Humectabilidad al agua (ángulo de contacto (grados)) | Durabilidad al frotamiento (ángulo de contacto (grados)) | | |
|-----------|--------------------------------|------------------------------------|--|--|----------|----------|
| | | | | 10 veces | 20 veces | 30 veces |
| 1 | Buena | 200 | 44 | 45 | 44 | 46 |
| 2 | Buena | 170 | 43 | 40 | 38 | 40 |
| 3 | Buena | 150 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| 4 | Buena | 220 | 43 | 45 | 42 | 40 |
| 5 | Buena | 190 | 41 | 44 | 44 | 45 |
| 6 | Buena | 120 | 44 | 42 | 44 | 45 |
| 7 | Buena | 100 | 48 | 47 | 48 | 49 |
| Ej. comp. | | | | | | |
| 1 | Agrietada | 200 | - | - | - | - |
| 2 | Buena | 70 | 89 | - | - | - |
| 3 | Agrietada | 220 | - | - | - | - |
| 4 | Agrietada | 150 | - | - | - | - |
| 5 | Agrietada | 195 | - | - | - | - |

Aplicabilidad industrial

La presente invención puede proporcionar una lente de contacto blanda, y de forma más particular, una lente de contacto blanda constituida por un hidrogel que contiene silicona como un componente de la lente, que presenta una superficie que es suave y presenta buena humectabilidad al agua y durabilidad.

Breve descripción de los dibujos

[Fig. 1] La figura 1 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo 1.

[Fig. 2] La figura 2 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo 2.

[Fig. 3] La figura 3 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo 3.

[Fig. 4] La figura 4 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo 5.

[Fig. 5] La figura 5 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo comparativo 1.

5 [Fig. 6] La figura 6 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo comparativo 3.

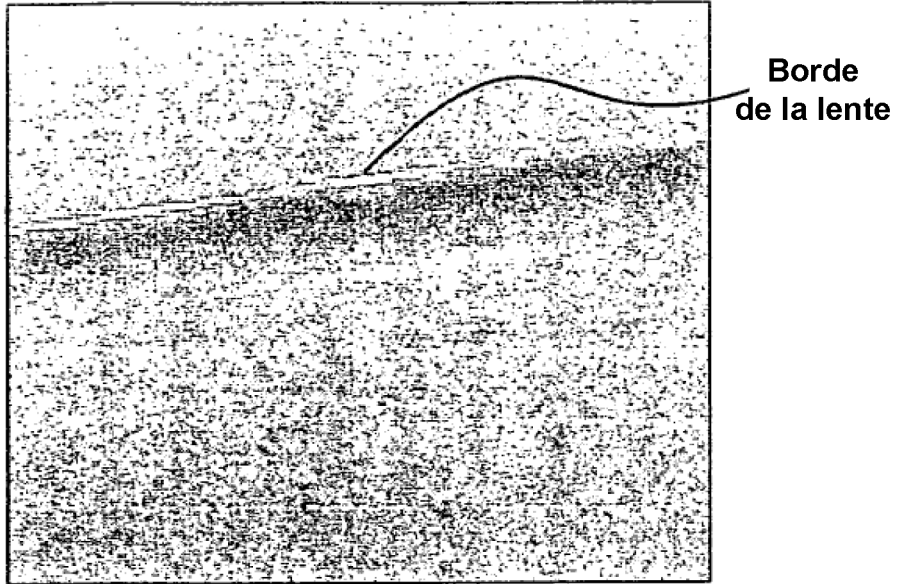
[Fig. 7] La figura 7 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo comparativo 4.

10 [Fig. 8] La figura 8 muestra una fotografía de microscopio (175x) de la superficie de la lente obtenida en el ejemplo comparativo 5.

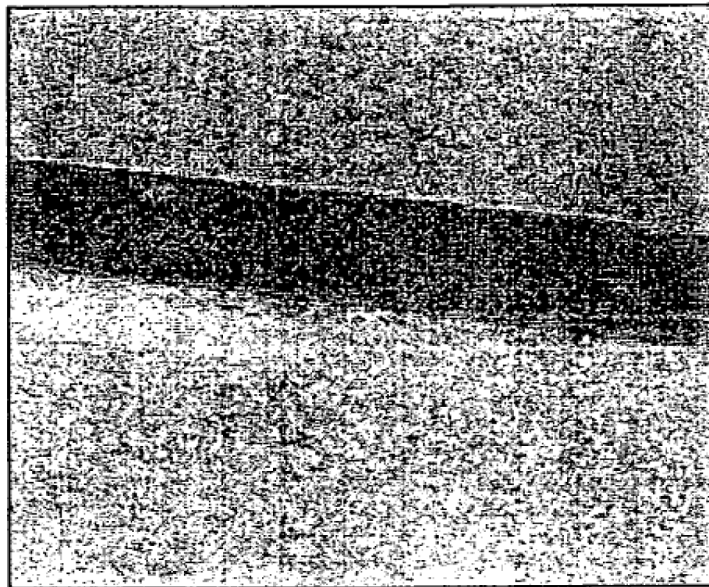
REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un material de lente de contacto, que comprende un material base de lente de contacto y un recubrimiento formado sobre al menos una parte de una superficie de dicho material de base, en el que
5 dicho material de base para lente de contacto se procesa mediante polimerización en plasma en una atmósfera de gas mixto de metano y aire húmedo que comprende igual a o más de 150 ppm de humedad, y posteriormente se trata con plasma en una atmósfera de gas no polimerizable para formar dicho recubrimiento.
2. El procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho material de base para lente de contacto comprende silicona.
3. El procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que la proporción de la mezcla de metano y aire húmedo, metano:aire húmedo, en dicho gas mixto varía de 50:50 a 70:30 en base al volumen.
10
4. El procedimiento de fabricación de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho gas no polimerizable es al menos uno seleccionado del grupo que consiste en oxígeno, argon y aire.
5. Un procedimiento de fabricación de una lente de contacto blanda, en el que se introduce agua en el material de lente de contacto, fabricado por el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, para obtener una lente
15 de contacto blanda.
6. El procedimiento de fabricación de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende someter el material de lente de contacto, antes de dicha introducción de agua, a tratamiento de extracción con un disolvente orgánico.

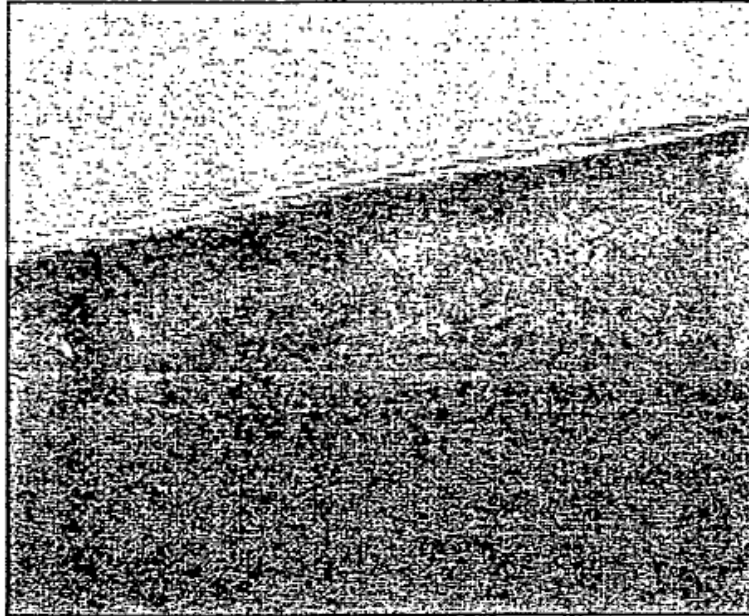
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



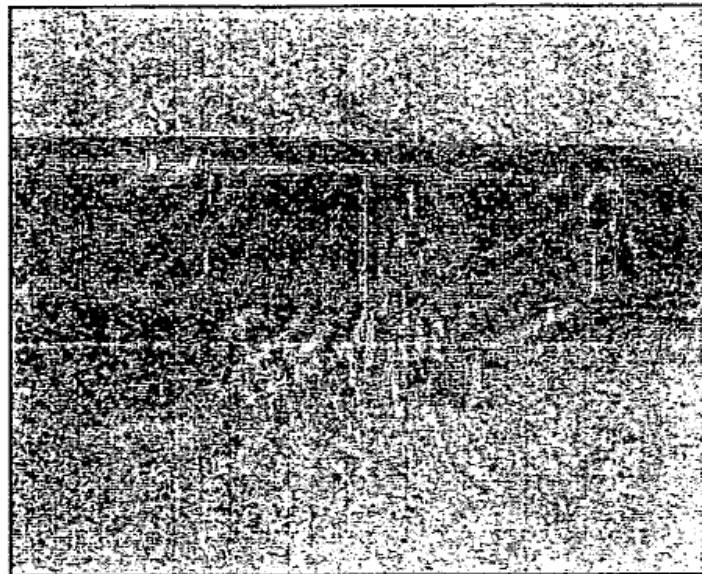
[Fig. 4]



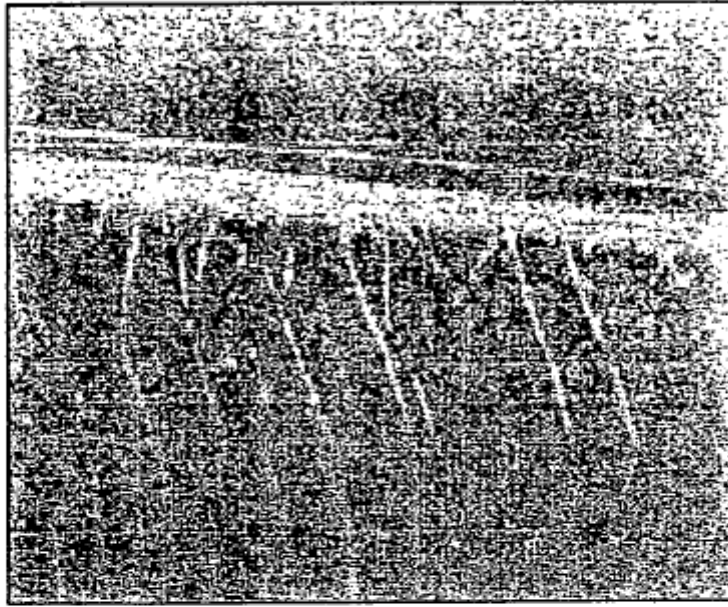
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]

