

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 595 440**

51 Int. Cl.:

G02B 1/11 (2015.01)

B32B 7/02 (2006.01)

G02C 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2011 PCT/JP2011/066208**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.02.2012 WO12023371**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2011 E 11818015 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.06.2016 EP 2589992**

54 Título: **Producto óptico y lente de plástico para gafas**

30 Prioridad:

20.08.2010 JP 2010185515

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

30.12.2016

73 Titular/es:

**TOKAI OPTICAL CO., LTD. (100.0%)
5-26, Aza-Shimoda, Eta-cho
Okazaki-shi, Aichi 444-2192, JP**

72 Inventor/es:

**FUKAGAWA, TSUYOSHI;
TAKAHASHI, HIROTOSHI y
YAMAMOTO, KOJI**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 595 440 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

Producto óptico y lente de plástico para gafas

CAMPO TÉCNICO

- 5 La presente invención se refiere a productos ópticos tales como una lente de cámara y lentes de plástico para gafas.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Sobre la superficie de los productos ópticos de plástico se conforma una película óptica multicapa como película antirreflectante para reducir la reflexión de la luz desde la superficie. Esta película óptica multicapa se forma apilando
10 alternativamente diversas capas de bajo índice de refracción y alto índice de refracción y normalmente se utiliza una película antirreflectante que presenta una distribución de reflectancia espectral en forma de W, con un punto máximo local aproximadamente a 520 nm con el fin de procesar la estabilidad y el aspecto. Por
15 tanto, cuando incide luz sobre el producto óptico que presenta la película óptica multicapa, al mirar el producto óptico desde el lado de incidencia de la luz se ve una imagen reflejada de color verde claro (este fenómeno se puede ver también en las lentes de plástico para gafas).

Para que dicha imagen reflejada sea más tenue y menos llamativa, la película antirreflectante se debe diseñar de modo que reduzca adicionalmente la
20 reflectancia en una región visible en vista del coste. No obstante, el Documento de Patente 1 abajo mostrado describe el diseño de una película antirreflectante que tiene una estructura de siete capas en la que la reflectancia de la luz con un ángulo de incidencia de 0 grados es del 1,0% o menos en el intervalo de
25 longitudes de onda de 420 a 720 nm, aunque este diseño se produce para reducir las reflexiones (Reivindicación 1, [0009]).

El Documento de Patente 2 describe un dispositivo óptico que presenta una reflectancia de menos del 10% y que está provisto de una película antirreflectante donde están laminadas alternativamente capas de bajo índice de refracción y
30 capas de alto índice de refracción y donde se utilizan óxidos inorgánicos para cada una de las capas.

Documentos de la Técnica Relacionada

Documentos de Patente

Documento de Patente 1: Publicación de Solicitud de Patente Japonesa nº 2006-126233 (JP 2006-126233 A).

Documento de Patente 2: Publicación de Solicitud PCT nº WO 2009/133833 A1.

5 SUMARIO DE LA INVENCION

Problema a Resolver con la Invención

Sin embargo, también en la película antirreflectante del Documento de Patente 1, la reflectancia tiene un punto máximo local de aproximadamente un 1% a aproximadamente 580 nm (21 en la FIG. 2), y se ve una imagen reflejada de color verde claro. Aunque el nivel de transmitancia de la luz y el grado en el que se reduce la reflexión de la luz exterior se han mejorado de forma relativamente satisfactoria, el color reflejado sigue siendo llamativo.

Un objeto de la invención de acuerdo con la reivindicación 1 es proporcionar un producto óptico que tenga una alta transmitancia de la luz visible y una reflectancia suficientemente reducida y cuya luz reflejada sea muy poco llamativa.

Medios para Resolver el Problema

La invención es tal como se describe en la reivindicación 1.

Con el fin de lograr el objeto arriba indicado, un aspecto de la invención es un producto óptico que comprende una película óptica multicapa sobre una base de producto óptico, caracterizado porque un color de la luz reflejada de la película óptica multicapa satisface las dos condiciones siguientes en un diagrama de cromaticidad (x, y, Y) de un sistema colorimétrico CIE:

$$[1] \quad 0,27 \leq x \leq 0,30,$$

y

$$25 \quad [2] \quad 0,30 \leq y \leq 0,36.$$

Con el fin de lograr un objeto consistente en hacer que la luz reflejada sea menos llamativa además del objeto arriba indicado, en la invención arriba indicada la reflectancia es siempre de un 1 por ciento o menos en un intervalo de longitudes de onda entre 400 nanómetros y 700 nanómetros, ambas inclusive, e Y es de un 1 por ciento o menos.

Con el fin de lograr un objeto consistente en proporcionar de forma relativamente simple un producto óptico cuya luz reflejada sea poco llamativa además del objeto arriba indicado, en la invención arriba indicada la película óptica multicapa tiene un total de siete capas, de las cuales la primera capa está dispuesta sobre una
 5 cara de una base de producto óptico, las capas impares son capas de bajo índice de refracción y las capas pares son capas de alto índice de refracción, y las capas de bajo índice de refracción consisten en cada caso en dióxido de silicio, presentando la cuarta capa de la película óptica multicapa un espesor de película óptica entre $0,189\lambda$ y $0,295\lambda$, ambos inclusive, siendo λ una longitud de onda de
 10 diseño (470 a 530 nm), presentando la cuarta y la quinta capa de la película óptica multicapa un espesor de película física total entre 63 nanómetros y 69 nanómetros, ambos inclusive, o consistiendo cada una de las capas de alto índice de refracción en óxido de titanio.

Con el fin de lograr un objeto consistente en proporcionar una lente de plástico para gafas perteneciente a un producto óptico cuya luz reflejada es muy poco llamativa y que tiene buen aspecto, la base de producto óptico es una base de
 15 lente de plástico para gafas.

Efectos de la Invención

De acuerdo con la presente invención, una pequeña cantidad de la luz reflejada por la superficie antirreflectante de la película óptica multicapa satisface las
 20 siguientes condiciones: [1] $0,27 \leq x \leq 0,30$ y [2] $0,30 \leq y \leq 0,36$ en el diagrama de cromaticidad (x, y, Y) del sistema colorimétrico CIE. Por tanto, la saturación de la luz reflejada es muy baja en comparación con la luz reflejada convencional, pudiéndose obtener una luz reflejada con menos color, en concreto cercano al
 25 neutro. Es posible obtener una luz reflejada que llama poco la atención, en concreto que es poco llamativa.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIG. 1: La FIG. 1A es un gráfico que muestra las características de reflectancia espectral del Ejemplo 1 y los Ejemplos Comparativos 1 y 2; la FIG. 1B es un diagrama de cromaticidad de un sistema colorimétrico CIE, que muestra las posiciones de la luz reflejada en el Ejemplo 1 y los Ejemplos
 30 Comparativos 1 y 2; la FIG. 1C es un gráfico que muestra las características de reflectancia espectral de los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo Comparativo 3; la FIG. 1D es un diagrama de cromaticidad de

un sistema colorimétrico CIE, que muestra las posiciones de la luz reflejada en los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo Comparativo 3; y la FIG. 1E es una tabla que muestra las posiciones de la luz reflejada en el diagrama de cromaticidad del sistema colorimétrico CIE en los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3.

FORMAS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A continuación se describe una realización de la presente invención. Las realizaciones de la presente invención no se limitan a la realización abajo descrita.

Una lente óptica como un ejemplo de un producto óptico de la presente invención tiene una película de revestimiento duro y una multicapa óptica en este orden desde una base de lente sobre la superficie de la base de lente. La configuración de la película se puede cambiar de modo que entre la superficie base de la lente y la película de revestimiento duro esté formada una capa de imprimación, que sobre la superficie de la película óptica multicapa esté formada una película antiincrustante, que haya una capa intermedia dispuesta entre la superficie base de la lente y la película de revestimiento duro, entre la capa de revestimiento duro y la película óptica multicapa, entre la película óptica multicapa y la película antiincrustante, etc., y que se omita la película de revestimiento duro, etc. La película de revestimiento duro, la película óptica multicapa, etc. pueden estar formadas sobre la superficie posterior de base de la lente o tanto sobre la superficie anterior como sobre la superficie posterior de la misma. La película antiincrustante incluye preferentemente un compuesto de silano que tiene un grupo perfluoropoliéter.

Ejemplos del material (material base) de la base de la lente incluyen resina de poliuretano, resina de episulfuro, resina de policarbonato, resina de poliéster, resina acrílica, resina de poliéter sulfona, resina de poli(4-metilpenteno-1), resina de dietilenglicol bis(alil carbonato). Un ejemplo preferente que tiene un alto índice de refracción es una resina de poliuretano obtenida por polimerización por adición de un compuesto de poliisocianato con un politiol y/o un poliol con contenido en azufre, y un ejemplo preferente que tiene un índice de refracción más alto es una resina de episulfuro obtenida por polimerización por adición de un grupo episulfuro, un politiol y/o un poliol con contenido en azufre.

La película de revestimiento duro se forma aplicando uniformemente una solución de revestimiento duro a la base de lente. Por ejemplo, como material para la

película de revestimiento duro se utiliza una resina de organosiloxano que contiene partículas de óxido inorgánico. En este caso, la solución de revestimiento duro se prepara principalmente dispersando (mezclando) una resina de organosiloxano y un sol de partículas de óxido inorgánico en agua o en un disolvente alcohólico.

Como resina de organosiloxano es preferible una resina de organosiloxano obtenida hidrolizando y condensado un alcoxisilano. Ejemplos específicos de alcoxisilano incluyen γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano, γ -glicidoxipropiltriethoxisilano, trimetoxisilano metilo, y silicato de etilo. Los condensados de hidrólisis de estos alcoxisilanos se producen hidrolizando los compuestos de alcoxisilano o combinaciones de ellos con una solución acuosa ácida, tal como ácido clorhídrico.

Ejemplos específicos de partículas de óxido inorgánico incluyen sol de óxido de zinc, dióxido de silicio, óxido de aluminio, óxido de titanio, óxido de circonio, óxido de estaño, óxido de berilio, óxido de antimonio, óxido de tungsteno u óxido de cerio, o cristales mixtos de dos o más de los soles. Las partículas de óxido inorgánico preferentemente tienen un tamaño de partícula de 1 a 100 nanómetros (nm) y de forma especialmente preferente de 1 a 50 nm, para asegurar la transparencia de la película de revestimiento duro. Preferentemente, las partículas de óxido inorgánico están contenidas en una cantidad entre un 40 y un 60% en peso del componente de revestimiento duro, para asegurar unos niveles apropiados de dureza y resistencia de la película de revestimiento duro.

Además, la solución de revestimiento duro puede contener una sal metálica de acetilacetona, una sal metálica de ácido etilendiaminotetraacético, etc. como catalizador de endurecimiento, y también puede contener un agente tensioactivo, un colorante, un disolvente, etc. en la medida necesaria para el ajuste.

Preferentemente, la película de revestimiento duro tiene un espesor de 0,5 a 4,0 micrómetros (μm), de forma especialmente preferente de 1,0 a 3,0 μm . Si el espesor de la película de revestimiento duro es más delgado que el límite inferior del espesor, en concreto 0,5 μm , no se puede obtener una dureza suficiente. Además, si el espesor de la película de revestimiento duro es más grueso que el límite superior, en concreto 4,0 μm , puede aumentar la posibilidad de que se produzcan problemas relacionados con propiedades físicas, como agrietamiento y fragilidad.

La película óptica multicapa se forma apilando alternativamente una capa de bajo índice de refracción y una capa de alto índice de refracción mediante un método de deposición en vacío, un método de pulverización catódica, etc. Para cada una de las capas de bajo índice de refracción y de alto índice de refracción se utiliza un óxido inorgánico. Los ejemplos de óxidos inorgánicos incluyen óxido de silicio, óxido de titanio con un índice de refracción más alto que el del óxido de silicio, óxido de circonio, óxido de aluminio, óxido de itrio, óxido de tantalio, óxido de hafnio, óxido de estaño, óxido de niobio, óxido de cerio y óxido de indio. Es posible utilizar óxido de titanio subestequiométrico (TiO_x , $x < 2$, y x es cercano a 2), y también se puede emplear una película ITO al menos en una capa.

La película óptica multicapa está diseñada como una película antirreflectante y tiene las características indicadas a continuación. Es decir, el color de la luz ligeramente reflejada por la película óptica multicapa es muy poco llamativo, teniendo x un valor entre 0,27 y 0,30 y teniendo y un valor entre 0,30 y 0,36 en un diagrama de cromaticidad (x , y , Y) de un sistema colorimétrico CIE. La reflectancia es del 1% o menos y la reflectancia luminosa Y es del 1% o menos en un intervalo de longitudes de onda visibles de 400 a 700 nm.

Ejemplos

Generalidades

Tal como se describe más abajo, se han producido los Ejemplos 1 a 3, que forman parte de los productos ópticos de acuerdo con la presente invención. También se han producido los Ejemplos Comparativos 1 a 3, que no pertenecen a la presente invención, para compararlos con los Ejemplos 1 a 3. En cada uno de los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se llevaron a cabo medidas de las características de reflectancia espectral en una región visible, de la luz todavía reflejada a pesar de haberse evitado la reflexión en el diagrama de cromaticidad (x , y , Y) del sistema colorimétrico CIE, se evaluaron los comportamientos de resistencia al calor, resistencia al sudor, resistencia a las soluciones salinas y resistencia a la humedad, etc.

Configuración

Las bases de lente de los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3 son lentes planas de plástico, habiéndose utilizado una resina de poliuretano con un índice de refracción de 1,60 para cada uno de los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3. Estas bases de lente pueden emplearse como bases de lente

de plástico para gafas y tienen un tamaño estándar de lentes de plástico para gafas.

Sobre las superficies de estas bases de lente se formaron diversas películas antirreflectantes. Cada una de las películas antirreflectante consistía en una película óptica multicapa con una estructura de siete capas con las capas L1 a L7 desde una cara de la base de lente, en la que las capas impares estaban formadas por dióxido de silicio (material de bajo índice de refracción) y las capas pares estaban formadas por dióxido de titanio (material de alto índice de refracción). Las capas L1 a L7 se depositaron secuencialmente en fase de vapor para obtener los espesores de película óptica indicados en las Tablas 1 a 6, mostradas más abajo. Las Tablas 1 a 3 muestran los espesores de película óptica, etc. de cada capa de los Ejemplos 1 a 3, respectivamente, y las Tablas 4 a 6 muestran espesores de película óptica, etc. de cada capa de los Ejemplos Comparativos 1 a 3, respectivamente. Aunque la longitud de onda de diseño (longitud de onda central) λ es fundamentalmente de 500 nm en la siguiente descripción, la longitud de onda de diseño se puede cambiar como se desee dentro del intervalo de 470 a 530 nm.

Tabla 1

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,064 λ	64,15
L2	TiO2	0,079 λ	
L3	SiO2	0,112 λ	
L4	TiO2	0,203 λ	
L5	SiO2	0,063 λ	
L6	TiO2	0,174 λ	
L7	SiO2	0,284 λ	

20

Tabla 2

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,042 λ	65,82
L2	TiO2	0,083 λ	
L3	SiO2	0,093 λ	

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L4	TiO2	0,250λ	
L5	SiO2	0,039λ	
L6	TiO2	0,186λ	
L7	SiO2	0,270λ	

Tabla 3

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,039λ	68,45
L2	TiO2	0,083λ	
L3	SiO2	0,090λ	
L4	TiO2	0,274λ	
L5	SiO2	0,032λ	
L6	TiO2	0,188λ	
L7	SiO2	0,267λ	

Tabla 4

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,025λ	54,82
L2	TiO2	0,062λ	
L3	SiO2	0,074λ	
L4	TiO2	0,132λ	
L5	SiO2	0,080λ	
L6	TiO2	0,128λ	
L7	SiO2	0,291λ	

5

Tabla 5

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,106λ	65,06

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L2	TiO2	0,068 λ	
L3	SiO2	0,146 λ	
L4	TiO2	0,155 λ	
L5	SiO2	0,095 λ	
L6	TiO2	0,151 λ	
L7	SiO2	0,298 λ	

Tabla 6

Capa	Material de Deposición	Espesor de Película Óptica	Espesor de Película Física Total de L4 y L5 (nm)
L1	SiO2	0,027 λ	71,24
L2	TiO2	0,072 λ	
L3	SiO2	0,079 λ	
L4	TiO2	0,297 λ	
L5	SiO2	0,025 λ	
L6	TiO2	0,199 λ	
L7	SiO2	0,247 λ	

5 Características de Reflectancia Espectral y Diagrama de Cromaticidad (x, y, Y) de la Luz Reflejada en el Sistema Colorimétrico

La FIG. 1A es un gráfico que muestra las características de reflectancia espectral del Ejemplo 1 y los Ejemplos Comparativos 1 y 2. La FIG. 1B es un diagrama de cromaticidad del sistema colorimétrico CIE, que muestra las posiciones de la luz reflejada en el Ejemplo 1 y los Ejemplos Comparativos 1 y 2. La FIG. 1C es un gráfico que muestra las características de reflectancia espectral de los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo Comparativo 3. La FIG. 1D es un diagrama de cromaticidad del sistema colorimétrico CIE, que muestra las posiciones de la luz reflejada en los Ejemplos 2 y 3 y el Ejemplo Comparativo 3. La FIG. 1E es una tabla que muestra las posiciones de la luz reflejada en el diagrama de cromaticidad del sistema colorimétrico CIE en los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3.

La reflectancia espectral se midió en una cara de la lente utilizando un reflectómetro espectral para lentes (USPM-RU fabricado por OLYMPUS CORPORATION). Cada valor de coordenadas de cromaticidad se calcula como un color de objeto por espectrocolorimetría a partir de la reflectancia espectral
 5 utilizando una fuente de luz D65 como fuente de luz y un ángulo de visión de 2 grados.

El Ejemplo 1 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,203\lambda$) tiene prácticamente la misma distribución de reflectancia que el Ejemplo 2. En el Ejemplo 1, $(x,y) = (0,28, 0,35)$, y por tanto la saturación es muy baja en
 10 comparación con ejemplos convencionales. Además, el Ejemplo 1 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,33, que es muy baja. Se ha de señalar que en este ejemplo y en los ejemplos restantes descritos más abajo, $\lambda = 500$ nm a no ser que se especifique otra cosa.

En el Ejemplo Comparativo 2 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,155\lambda$),
 15 la reflectancia en la región visible es mayor que en el Ejemplo 1 en aproximadamente 0,1 a 0,2 puntos, pero sigue siendo del 0,5% o menos, y por tanto prácticamente no hay reflexión en el Ejemplo Comparativo 2. En el Ejemplo Comparativo 2, $(x,y) = (0,29,0,35)$, y por tanto la saturación de la luz reflejada es muy baja en comparación con los ejemplos convencionales. Además, el Ejemplo
 20 Comparativo 2 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,42, que es ligeramente mayor que la de los Ejemplos 1 a 3.

El Ejemplo Comparativo 1 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,132\lambda$) tiene una distribución de reflectancia en forma de montaña en el intervalo de 440 a 620 nm, con un pico (aproximadamente el 1,0%) cerca de 510 nm, y tiene una parte
 25 con una reflectancia mayor del 1% en la región visible (en el lado más corto de 410 nm). En el Ejemplo Comparativo 1, $(x,y) = (0,25,0,44)$, y por tanto la luz reflejada es ligeramente verde azulada. Además, el Ejemplo Comparativo 1 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,62, que es aproximadamente 2 veces más grande que la de los Ejemplos 1 a 3.

Por otro lado, en el Ejemplo 2 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,250\lambda$), la reflectancia es de tan solo aproximadamente un 0,4% en el intervalo de 450 a 600 nm y disminuye a ambos lados del mismo. Por tanto, el Ejemplo 2 tiene una reflectancia de un 1% o menos en el intervalo de longitudes de onda visibles de 400 a 700 nm. En el Ejemplo 2, $(x,y) = (0,28,0,34)$, y por tanto la saturación es

muy baja ($0,27 \leq x \leq 0,30$ y $0,36 \leq y \leq 0,39$). Además, el Ejemplo 2 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,29 ($Y \leq 1,0$ [%]), que es muy baja.

El Ejemplo 3 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,274\lambda$) tiene prácticamente la misma distribución de reflectancia que el Ejemplo 2. En el Ejemplo 3, $(x,y) = (0,29, 0,35)$, y por tanto la saturación es muy baja. Además, el Ejemplo 3 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,31, que es muy baja.

El Ejemplo Comparativo 3 (espesor de película óptica de la capa L4: $0,297\lambda$) tiene una distribución de reflectancia en forma de montaña en el intervalo de 440 a 650 nm, con un pico (aproximadamente el 1,2%) cerca de 530 nm, tiene la reflectancia más baja de aproximadamente un 0,3%, y tiene una parte con una reflectancia mayor del 1% en la región visible (en el intervalo entre 500 y 560 nm, en el lado más corto de 410 nm). En el Ejemplo Comparativo 3, $(x,y) = (0,3,0,42)$, y por tanto la luz reflejada es ligeramente verde amarillenta. Además, el Ejemplo Comparativo 3 tiene una reflectancia luminosa Y de 0,93, que es mucho mayor que la de los Ejemplos 1 a 3.

Comportamiento de Adhesión

El comportamiento de adhesión de las lentes de los Ejemplos 1 a 3 y los Ejemplos Comparativos 1 a 3 se evaluó mediante el método descrito más abajo, los resultados de la evaluación se muestran en la fila superior de la Tabla 7.

20

Tabla 7

Comportamiento	Ej. Comp.1	Ej. Comp.2	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. Comp.1
Adhesión	Δ -X	X	○	○	○	X
Ebullición en Agua de Grifo	○	○	○	○	○	○
Sudor Artificial	○	○	○	○	○	○
Ebullición en Solución Salina	○	○	○	○	○	○
Temperatura y Humedad Constantes	○	○	○	○	○	○

Para evaluar el comportamiento de adhesión, en las superficies de las películas antirreflectantes de dos lentes se realizaron cortes en un patrón de rejilla de 1 x 1

milímetros (mm) para formar 100 cuadrados de 1 milímetro cuadrado (mm²). Después se pegó sobre las mismas una cinta adhesiva de celulosa (fabricada por NICHIBAN Co., LTD), que se retiró gradualmente sujetando un extremo de la cinta para examinar el estado de deslaminación de la película antirreflectante en el patrón de rejilla.

La fila de "Adhesión" en la Tabla 7 muestra el resultado del examen utilizando un total de diez lentes. Dos de las diez lentes se utilizan inmediatamente después de su formación, las lentes restantes se utilizan después de un ensayo de envejecimiento a la intemperie durante 60, 120, 180 y 240 horas (dos lentes en cada caso) mediante un instrumento de ensayo de envejecimiento a la intemperie que emplea una lámpara de arco de carbono ultravioleta como fuente de luz (fabricada por Suga Test Instruments Co., Ltd.). En esta fila, "Δ" significa que se produjo deslaminación al menos en un cuadrado del patrón de rejilla en cualquiera de las lentes, "X" significa que se produjo deslaminación en tres o más cuadrados del patrón de rejilla en cualquiera de las lentes, y "O" significa que no se produjo deslaminación en ninguna de las lentes.

En lo que respecta al comportamiento de adhesión, en los Ejemplos Comparativos 2 y 3 se produjo deslaminación en gran medida, incluso en el Ejemplo Comparativo 1 se produjo deslaminación. Sin embargo, en los Ejemplos 1 a 3 no se produjo ninguna deslaminación. Este resultado demuestra que los Ejemplos 1 a 3 tienen un comportamiento de adhesión satisfactorio.

Resistencia a la Ebullición

Una cantidad suficiente de agua de grifo para sumergir las lentes dentro de la misma se calentó a ebullición en un vaso de precipitados y las lentes se sumergieron en el agua durante 10 minutos. Después se examinó la deslaminación. El resultado del examen se muestra en la fila de "Ebullición en Agua de Grifo" en la Tabla 7. En esta fila, "O" significa que no se produjo ninguna deslaminación y "X" significa que sí se produjo deslaminación.

En el ensayo de ebullición no se produjo ninguna deslaminación en ninguno de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y los Ejemplos 1 a 3 en el entorno extremo arriba descrito.

Resistencia al Sudor

Cada lente se sumergió en una solución alcalina de sudor artificial y se dejó en remojo durante 24 horas en un entorno mantenido a 20°C. Después se sacó la lente de la solución. Tras enjuagar la lente con agua, su superficie se examinó en busca de cambios. La solución alcalina de sudor artificial se preparó disponiendo
5 10 g de cloruro de sodio, 2,5 g de fosfato sódico dibásico 12-hidrato y 4,0 g de carbonato de amonio en un vaso de precipitados y disolviendo estos componentes en 1 litro de agua pura. El resultado del examen se muestra en la fila de "Sudor Artificial" en la Tabla 7 del mismo modo que en el caso del comportamiento en ebullición.

10 En el ensayo de sudor artificial no se produjo ninguna deslaminación en ninguno de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y los Ejemplos 1 a 3 en el entorno duro arriba descrito.

Resistencia a la Sal

En este caso se llevó a cabo una prueba de ebullición similar a la prueba de
15 ebullición arriba descrita, excepto que el agua de grifo se sustituyó por solución salina en una concentración de un 4,5% en peso. El primer tiempo de ebullición fue de 10 minutos, y cada lente se sometió reiteradamente a ebullición cuatro veces. El resultado del examen se muestra en la fila de "Ebullición en Solución Salina" en la Tabla 7 de un modo similar al del comportamiento en ebullición en
20 agua de grifo.

En el ensayo de ebullición en agua salina tampoco se produjo ninguna deslaminación en ninguno de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 y los Ejemplos 1 a 3.

Resistencia a la Humedad

25 En este caso se llevó a cabo un ensayo de temperatura/humedad constantes para examinar cualquier cambio de la lente dejando la misma durante 1 día, 3 días y 7 días en total en un entorno de 60°C y 95%. Cada lente se dejó durante otros 7 días y después se llevó a cabo una prueba de adhesión de modo similar al arriba descrito para evaluar la resistencia al calor y la resistencia a la humedad. Tal
30 como se muestra en la fila "Temperatura y Humedad Constantes", de modo similar al caso del comportamiento de ebullición en agua de grifo, cada lente mantuvo su comportamiento inicial.

Evaluación General

Los resultados arriba mostrados demuestran que los Ejemplos Comparativos 2 y 3 son insuficientes. El Ejemplo Comparativo 1 es un tanto insuficiente y los Ejemplos 1 a 3 son suficientes en términos de comportamiento (en particular, comportamiento de adhesión). Por otro lado, los Ejemplos Comparativos 1 y 3 son insatisfactorios y el Ejemplo Comparativo 2 y los Ejemplos 1 a 3 son satisfactorios en términos de las características ópticas, de modo que la reflectancia de la luz incidente o la luz transmitida es muy baja (un 1% o menos) y la saturación de la luz reflejada es muy baja. Por consiguiente, las lentes de buena calidad en lo que respecta a los diversos comportamientos y satisfactorias en términos de las características ópticas son los Ejemplos 1 a 3.

En los Ejemplos 1 a 3, el color de la luz reflejada es $(x, y) = (0,28, 0,35)$, $(0,28, 0,34)$ y $(0,29, 0,35)$ en el diagrama de cromaticidad del sistema colorimétrico CIE, respectivamente, lo que satisface las dos condiciones de [1] $0,27 \leq x \leq 0,30$ y [2] $0,30 \leq y \leq 0,36$. Por tanto, la saturación es muy baja y la pequeña cantidad de luz reflejada apenas se percibe. En consecuencia, la luz reflejada apenas es visible y las lentes de los Ejemplos 1 a 3 tienen un buen aspecto al suprimirse la influencia de la luz reflejada. Por otro lado, los Ejemplos Comparativos 1 a 3 no satisfacen las condiciones [1] y [2] arriba indicadas. Por tanto, la luz reflejada presenta un ligero color y en consecuencia es perceptible, y las lentes de los Ejemplos Comparativos 1 y 3 tienen la influencia de la luz reflejada.

En los Ejemplos 1 a 3, la reflectancia es siempre de un 1% o menos en el intervalo de longitudes de onda de 400 nm a 700 nm, ambas inclusive, y el valor Y (reflectancia luminosa) es también de un 1% o menos (0,33, 0,29 y 0,31%, respectivamente). Por tanto, la energía de la luz reflejada o la luz incidente es muy baja y en consecuencia la luz reflejada es menos llamativa.

Además, en los Ejemplos 1 a 3, la cuarta capa de la película óptica multicapa tiene un espesor de película óptica de $0,203\lambda$ a $0,274\lambda$, ambos inclusive ($0,203\lambda$, $0,250\lambda$ y $0,274\lambda$, respectivamente). Por consiguiente, la lente que tiene características antirreflectantes y cuya luz reflejada es muy poco llamativa se puede configurar de un modo relativamente simple. También se llevaron a cabo simulaciones reiteradas con diferentes longitudes de onda de diseño λ entre 470 y 530 nm. Los resultados de las simulaciones muestran que la lente cuya luz reflejada es muy poco llamativa se puede configurar si la cuarta capa de la película óptica multicapa presenta un espesor de película óptica de $0,189\lambda$ a $0,295\lambda$.

Dado que el espesor de película física total de la cuarta y la quinta capa oscila entre 63 nm y 69 nm, ambos inclusive (64,15, 65,82 y 68,45 nm, respectivamente), la lente que tiene características antirreflectantes y cuya luz reflejada es muy poco llamativa se puede configurar de un modo relativamente simple. El espesor de película óptica de la cuarta capa de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 es de $0,132\lambda$, $0,155\lambda$ y $0,297\lambda$, respectivamente, y el espesor físico total de la cuarta y la quinta capa de los Ejemplos Comparativos 1 a 3 es de 54,82 nm, 65,06 nm y 71,24 nm, respectivamente (el Ejemplo Comparativo 2 tiene un comportamiento óptico satisfactorio, pero no presenta un comportamiento de adhesión satisfactorio).

Reivindicaciones

1. Producto óptico que comprende una película óptica multicapa sobre una base de producto óptico, donde

5 la reflectancia es de un 1 por ciento o menos en un intervalo de longitudes de onda entre 400 nanómetros y 700 nanómetros, ambas inclusive, y la película óptica multicapa tiene un total de siete capas, de las cuales la primera capa está dispuesta sobre una cara de una base de producto óptico, las capas impares son capas de bajo índice de refracción y las capas pares son capas de alto índice de refracción,
 10 para cada una de las capas de alto índice de refracción se utiliza un óxido inorgánico y para cada una de las capas de bajo índice de refracción se utiliza un dióxido de silicio,

caracterizado porque

15 la reflectancia luminosa Y es de un 1 por ciento o menos en un intervalo de longitudes de onda visible de 400 a 700 nm,

la cuarta capa de la película óptica multicapa tiene un espesor película óptica entre $0,189\lambda$ y $0,295\lambda$, ambos inclusive, siendo λ una longitud de onda de diseño entre 470 y 530 nm,

20 la cuarta y la quinta capa de la película óptica multicapa tienen un espesor de película física total entre 63 nanómetros y 69 nanómetros, ambos inclusive, y

el color de la luz reflejada de la película óptica multicapa satisface las dos condiciones siguientes en un diagrama de cromaticidad (x, y, Y) de un sistema colorimétrico CIE:
 25

$$[1] \quad 0,27 \leq x \leq 0,30,$$

y

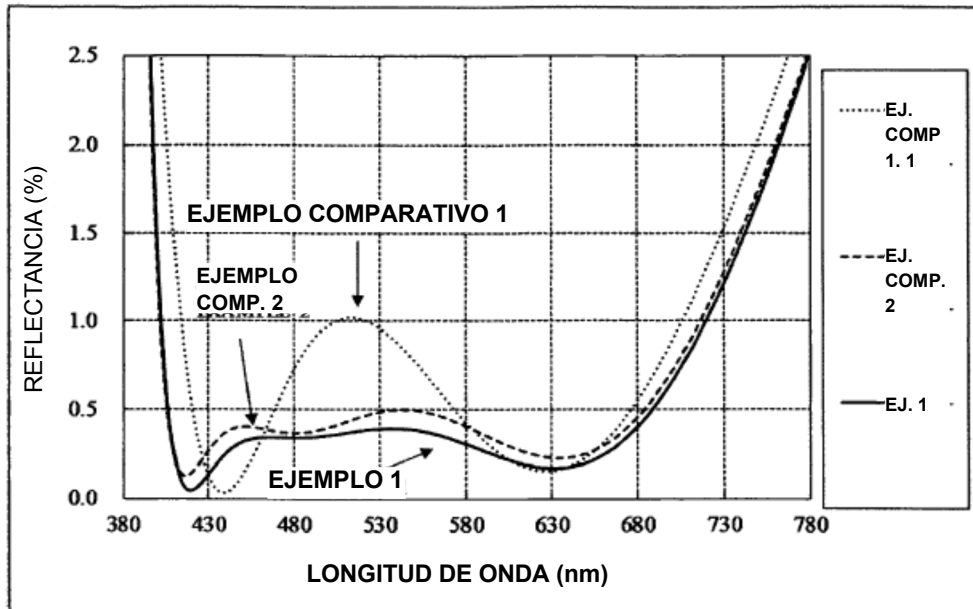
$$[2] \quad 0,30 \leq y \leq 0,36.$$

30 **2.** Producto óptico según la reivindicación 1, caracterizado porque cada una de las capas de alto índice de refracción es de óxido de titanio.

- 3.** Lente de plástico para gafas, caracterizada porque la lente de plástico para gafas está incluida en el producto óptico según la reivindicación 1 o 2, y la base de producto óptico es una base de lente de plástico para gafas.

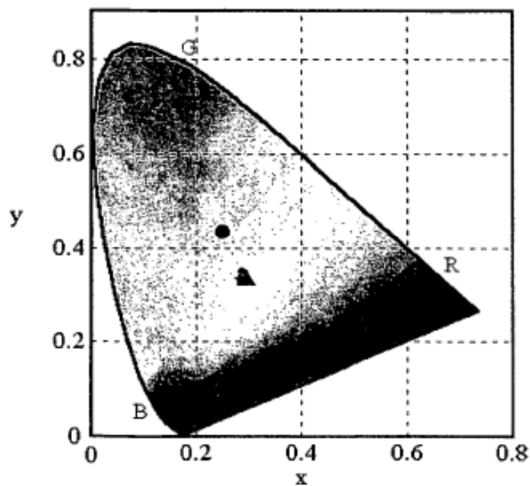
FIG. 1

(a)



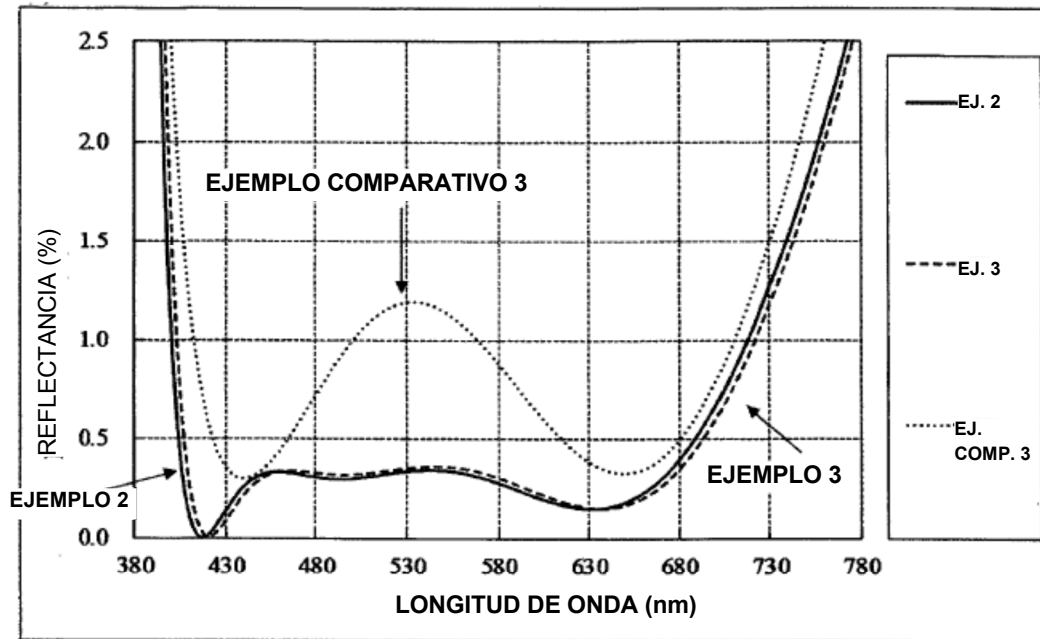
(b)

Diagrama de Cromaticidad C.I.E.



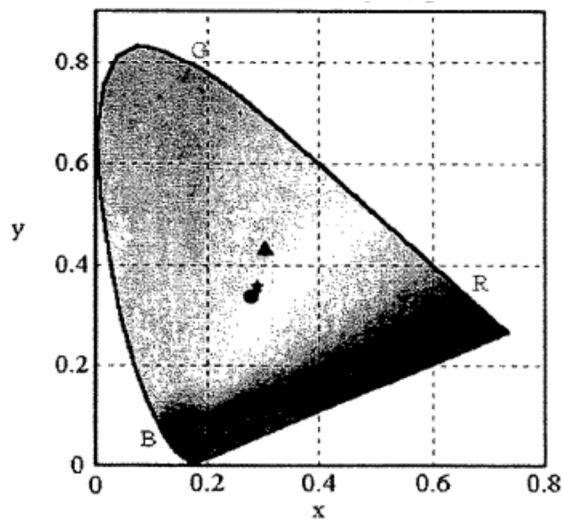
- EJEMPLO COMPARATIVO 1
- ▲ EJEMPLO COMPARATIVO 2
- ★ EJEMPLO 1

(c)



(d)

Diagrama de Cromaticidad C.I.E.



- .EJEMPLO 2
- ★.EJEMPLO 3
- ▲.EJEMPLO COMPARATIVO 3

(e)

VALORES DE CROMATICIDAD CIE	x	y	Y
EJEMPLO COMPARATIVO 1	0,25	0,44	0,62
EJEMPLO COMPARATIVO 2	0,29	0,35	0,42
EJEMPLO 1	0,28	0,35	0,33
EJEMPLO 2	0,28	0,34	0,29
EJEMPLO 3	0,29	0,35	0,31
EJEMPLO COMPARATIVO 3	0,3	0,42	0,93