

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 446 360**

51 Int. Cl.:

**G02B 1/10** (2006.01)

**G02B 1/11** (2006.01)

**G02C 7/02** (2006.01)

**G02B 27/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.06.2010** **E 10789423 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.11.2013** **EP 2431772**

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

30 Prioridad:

**16.06.2009 JP 2009143635**

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

**07.03.2014**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**FUKAGAWA TSUYOSHI;**  
**OTANI NOBORU y**  
**TAKAHASHI HIROTOSHI**

74 Agente/Representante:

**AZNÁREZ URBIETA, Pablo**

ES 2 446 360 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 lentes de plástico para gafas

### CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere a un producto óptico tal como una lente para cámaras, y a una lente plástica para gafas.

### TÉCNICA ANTERIOR

10 Los productos ópticos hechos de plástico tienden a acumular suciedad, como arenilla o polvo, debido a la electricidad estática, con lo que en particular las lentes de las gafas deben limpiarse con frecuencia. Cuando a la lente cubierta de polvo se le pasa un trapito o similar, éste puede arañar su superficie. De forma similar, en otros productos ópticos el polvo adherido puede afectar a la imagen de salida y similar.

15 En el pasado se han hecho intentos para impedir la adherencia del polvo previniendo cambios electrostáticos del producto óptico. Un método conocido para conseguir una propiedad antiestática es proporcionar una capa de revestimiento conductivo, como se describe en los documentos de patente 1 y 2 indicados más abajo. En el documento de patente 1, se forma una capa dura de revestimiento basada en un óxido de estaño conductivo. El documento de patente 2 menciona una película anti-reflejos que incluye una película conductiva transparente (una película de óxido de estaño-indio o una película ITO) formada mediante la adición del 5 al 10 por ciento en peso (wt%) de óxido de estaño a óxido de indio. Por otro lado, el documento de patente 3 describe productos ópticos resistentes a la adherencia de contaminantes sobre su superficie y que pueden limpiarse fácilmente para eliminar dichos contaminantes. Este objeto se alcanza mediante una lente que comprende un sustrato de lente, una capa superficial y un elemento de refuerzo previsto por debajo de la capa superficial, donde dicha capa superficial comprende un compuesto especial de condensación-hidrólisis.

Citas de técnicas relacionadas

Documentos de Patente

Documento de patente 1: Solicitud de Patente Japonesa Publicación No. JP-A-H05-104673.

25 Documento de patente 2: Solicitud de Patente Japonesa Publicación No. JP-A-H01-309003.

Documento de patente 3: Solicitud de Patente de EE.UU. Publicación N° US2004/0047047A1.

### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

#### Problema a solucionar por la invención

30 En tal producto óptico con capa de revestimiento conductivo, el potencial superficial se mantiene en cero incluso cuando se limpia el producto óptico o similar. El producto óptico tiene menos tendencia a atraer polvo en comparación con un producto óptico que no dispone de esta capa de revestimiento, por ello teniendo carga electrostática. Sin embargo, incluso cuando el potencial de la superficie es cero, es posible que se adhiera polvo electrostáticamente cargado al producto óptico debido a la diferencia de potencial entre el potencial de superficie y el polvo cargado electrostáticamente.

35 Además, aunque proporcionando una capa de revestimiento conductivo al producto óptico la tendencia a que se adhiera polvo es menor, la capa de revestimiento no es efectiva cuando el polvo ya se ha adherido al producto óptico y la capa de revestimiento no facilita la eliminación de este polvo adherido.

Un objetivo de la invención es proporcionar un producto óptico y lentes de plástico para gafas con menor tendencia a la adherencia de polvo por electricidad estática y de los cuales el polvo adherido se puede eliminar con facilidad.

#### Medios para resolver el problema

40 Con el fin de alcanzar el objetivo arriba indicado, la invención se refiere a un producto óptico según se define en la reivindicación 1.

Para alcanzar el objetivo de proporcionar un alto rendimiento contra la suciedad además del objetivo arriba mencionado, se coloca una película conductiva entre la base del producto óptico y la película anti-suciedad.

45 Para alcanzar el objetivo de proporcionar un producto óptico con una alta resistencia consiguiendo una relación satisfactoria con la multicapa óptica, la película de revestimiento endurecida contiene una resina de organosiloxano y partículas finas de óxido inorgánico.

Para alcanzar el objetivo de proporcionar una lente de plástico para gafas que pertenece a tal producto óptico y con un gran rendimiento óptico y un gran rendimiento contra la suciedad según se describe más arriba, la invención de acuerdo

con la reivindicación 4 se refiere a una lente de plástico para gafas caracterizada porque, en la invención arriba indicada, la base del producto óptico es una base de la lente de plástico para gafas y la película óptica multicapa es una película anti-reflectante.

## Efectos de la invención

### 5 FORMA DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

A continuación se describe una realización de la presente invención. Hay que señalar que la presente invención no se limita a la siguiente realización.

10 Como ejemplo de producto óptico de la presente invención, las lentes ópticas tienen una película de revestimiento resistente, una película óptica multicapa y una película anti-suciedad en una superficie frontal de una base de la lente, en este orden empezando por la base de la lente. Hay que señalar que se puede modificar la configuración de la película. Por ejemplo, se puede formar una primera capa entre la superficie frontal de la base de la lente y la película de revestimiento resistente, o se puede prever una capa intermedia entre la superficie frontal y la base de la lente y la película de revestimiento resistente entre la capa de revestimiento resistente y la película óptica multicapa, entre la película óptica multicapa y la película anti-suciedad. Alternativamente, la película de revestimiento resistente, la película óptica multicapa y el resto pueden formarse sobre una superficie posterior de la base de la lente o tanto en la superficie frontal como posterior de la base de la lente.

20 Ejemplos de un material (material base) de la base de la lente incluyen una resina de poliuretano, una resina episulfuro, una resina policarbonato, una resina poliéster, una resina acrílica, una resina polietersulfona, una resina poli-4-metilpenteno-1 y una resina de dietilenglicol bisalil carbonato. Un ejemplo preferente de material para la base de la lente con un alto índice de refracción es una resina de poliuretano que se obtiene por polimerización-adición de un compuesto poliisocianato y un poliol y/o un poliol con contenido en azufre. Otro ejemplo preferente para el material de la base de la lente con un alto índice de refracción es una resina episulfuro que se obtiene por polimerización-adición de un grupo de episulfuro y un poliol y/o un poliol con contenido en azufre.

25 La película de revestimiento resistente se forma mediante el revestimiento uniforme de la base de la lente con una solución de revestimiento resistente. Como material para la película de revestimiento resistente se puede emplear, por ejemplo, una resina organosiloxano que contiene finas partículas de un óxido inorgánico, preparándose en este caso la solución de revestimiento resistente mediante dispersión (mezcla) principalmente de una resina organosiloxano y un sol de partículas finas de un óxido inorgánico en agua o en un disolvente alcohólico.

30 Un ejemplo preferente de resina de organosiloxano es la obtenida por hidrólisis y condensación de un alcoxisilano. Ejemplos específicos de alcoxisilano incluyen  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxisilano,  $\gamma$ -glicidoxipropiltriethoxisilano, metiltrimetoxisilano y etil silicato. Las condensaciones hidrolizadas de estos alcoxisilanos se lleva a cabo por hidrolización de los compuestos alcoxisilano o sus combinaciones utilizando una solución acuosa ácida tal como de ácido clorhídrico.

35 Ejemplos específicos de partículas finas de óxido inorgánico incluyen uno de los soles de óxido de cinc, de dióxido de silicio, de óxido de aluminio, de óxido de titanio, de óxido de circonio, de óxido de estaño, de óxido de berilio, de óxido de antimonio, de óxido de tungsteno y de óxido de cerio, o aleaciones de dos o más de estos soles. Para asegurar la transparencia de la película de revestimiento resistente, el tamaño de partícula fina del óxido inorgánico preferente es de 1 a 100 nanómetros (nm), en especial de 1 a 50 nm. Además, la cantidad de partículas finas de óxido inorgánico es, de preferencia, del 40 al 60 en peso con respecto a los componentes del revestimiento resistente, para asegurar niveles adecuados de dureza y resistencia de la película de revestimiento resistente.

40 Adicionalmente, como catalizador de endurecimiento, a la solución de revestimiento resistente se le puede añadir una sal metálica de acetilacetona, una sal metálica de ácido etilendiamintetraacético o similar, así como además un surfactante, un colorante, un disolvente o similar necesarios para el ajuste.

45 El espesor de la película de revestimiento resistente es preferentemente de 0,5 a 4,0 micras ( $\mu\text{m}$ ), con mayor preferencia de 1,0 a 3,0  $\mu\text{m}$ . El límite inferior de este espesor se determina según se indica más arriba, ya que no se puede conseguir una dureza suficiente si la película de revestimiento resistente es más delgada que este límite inferior. Por otro lado, el límite superior de este espesor se determina según se indica arriba, ya que hay una posibilidad considerablemente mayor de problemas relacionados con las propiedades físicas, como es el caso de grietas y resquebrajamientos, cuando la película de revestimiento resistente tiene un espesor mayor que este límite superior.

50 La película óptica multicapa se forma por laminación alterna de una capa con un índice de refracción bajo y una capa con un índice de refracción alto utilizando un método de deposición en vacío, un método de pulverización catódica (*sputtering*) o similar. Ejemplos de la película óptica multicapa incluyen una película anti-reflectante, un espejo, un semiespejo, un filtro de densidad neutra (ND), un filtro de ancho de banda y similar. Cada capa se hace con un óxido inorgánico, siendo ejemplos de óxido inorgánico óxido de silicio y óxidos inorgánicos con un índice de refracción superior al del óxido de silicio, como son óxido de titanio, 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. Se puede utilizar óxido de

titanio subestequiométrico ( $\text{TiO}_x$ , donde  $x < 2$ , y  $x$  es cercano a 2), y se puede utilizar una película ITO en al menos una capa.

5 La película anti-suciedad es una película formada para obtener una resistencia al desprendimiento superficial de 0,10 Newton (N)/19 milímetros (mm). La resistencia al desprendimiento se refiere a la carga media por unidad de ancho necesaria para desprender una cinta adhesiva con un ancho predeterminado de la película anti-suciedad, según se mide por el desprendimiento de la cinta adhesiva a una velocidad de 300 mm/minuto (min) en una dirección de 180 grados después de fijar firme y suficientemente la cinta adhesiva. Una resistencia baja al desprendimiento indica una fuerza adhesiva más débil.

10 Preferentemente, la película anti-suciedad está hecha de un compuesto silano que tiene un grupo perfluoropoliéter, y preferentemente se forma por un método de revestimiento por inmersión y posterior endurecimiento.

### Ejemplos

15 Como se describe a continuación, los ejemplos 1 a 5 fueron obtenidos en correspondencia al producto óptico de la presente invención. Los ejemplos comparativos 1 a 6, que no forman parte de la presente invención, también se obtuvieron para su comparación frente a los ejemplos 1 a 5. Posteriormente se desarrollaron medidas de los diferentes valores, ensayos de adherencia de polvo y similares. La Tabla 1 muestra las características, los resultados de los ensayos y demás de los ejemplos 1 a 5 y de los ejemplos comparativos 1 a 6.

Tabla 1

Ejemplos	Ej. ejemplo 1		Ej. ejemplo 2		Ej. ejemplo 3		Ej. ejemplo 4		ejemplo 5		Ej. Comp. 5	Ej. Comp. 6	
	Comp.1		Comp. 2		Comp. 3		Comp. 4		Example 5		Comparative Example 5	Comparative Example 6	
	Comparative Example 1	Example 1	Comparative Example 2	Example 2	Comparative Example 3	Example 3	Comparative Example 4	Example 4	Example 5	Comparative Example 5	Comparative Example 6		
Material base Índice de refracción													
película antirreflectante	Capa 5 inorgánica (SiO2/ZrO2)	Capa 5 inorgánica (SiO2/ZrO2)	capa 7 - inorgánica (SiO2/TiO2)	capa 7 - inorgánica (SiO2/TiO2)	Capa 7 inorgánica (SiO2/ZrO2)	Capa 7 inorgánica (SiO2/ZrO2)	Capa 7 inorgánica (SiO2/Ti=2) insertar película de óxido de Titanio						AR orgánico
película antisuciedad	Inorganic 5-layer (SiO2/ZrO2)	Inorganic 5-layer (SiO2/ZrO2)	Inorganic 7-layer (SiO2/ZrO2)	Inorganic 7-layer (SiO2/ZrO2)	Inorganic 7-layer (SiO2/ZrO2)	Inorganic 7-layer (SiO2/TiO2)	Inorganic 7-layer (SiO2/TiO2) Insert Substoichiometric Titanium Oxide Film						Organic AR
Res. al desprend. [N/19mm]	A	B	A	B	A	B	A	B	A/B = 7/3		A	B	
Carga ele. [kV]	0.15	0.06	0.15	0.06	0.15	0.06	0.15	0.06	0.09		0.15	0.06	
Potencia [W]	-4.00	-1.50	-2.50	-1.80	-2.30	-1.20	0.00		-1.43		-6.50	-6.40	
Ensayo de adherencia de polvo	x	O	x	O	x	O	x	O	O		x	Δ	
Adhesion Test	100%	5%	100%	5%	100%	5%	90%		5%		100%	30%	
evaluación general	x	Δ	x	Δ	x	Δ	O	O	Δ		Δ	x	
Overall Evaluation	x	O-Δ	x	O-Δ	x	O-Δ	Δ	O	O-Δ		x	Δ	

Las bases de lente de los ejemplos 1 a 5 y los ejemplos comparativos 1 a 6 son lentes planas de plástico. En los ejemplos 2, 3 y los ejemplos comparativos 2, 3 se utilizó una resina de episulfuro con un índice de refracción de 1,70 y en los otros ejemplos y ejemplos comparativos se utilizó una resina de poliuretano con un índice de refracción de 1,60.

5 En los ejemplos 2, 3 y los ejemplos comparativos 2, 3 se formó una primera capa sobre la superficie frontal del material base de las lentes. Se preparó una primera solución mezclando 25 partes en peso de poliisocianato bloqueado ("Coronate 2529" de Nippon Polyurethane Industry Co., Ltd.), 18 partes en peso de un poliéster polioli ("Nippollan 100" de Nippon Polyurethane Industry Co., Ltd.) y 100 partes en peso de etil-Cellosolve, se añaden a la mezcla 140 partes en peso de una solución compuesta de un sol de óxido de estaño y óxido de tungsteno (sol disperso en metanol, sistema de partícula media: 10 a 15 mm, proporción óxido de estaño:óxido de tungsteno: 100 partes en peso:40 partes en peso, contenido de sólidos: 30%) y 0,15 partes en peso de un surfactante de silicona, se agita y mezcla suficientemente la mezcla resultante. A continuación se recubrió la base de lente con la solución base por inmersión a una velocidad de levantamiento de 100 mm/min. La base de lente así recubierta con la solución base se calentó a 120°C durante 30 minutos para endurecer la solución base, formando así una película base con un espesor de 1,0 µm.

15 A continuación se preparó la película dura de revestimiento en los ejemplos 1 a 5 y los ejemplos comparativos 1 a 6. En un reactor se introdujeron 206 gramos (g) de etanol, 300 g de un sol de titanio dispersado en metanol (de JGC Catalysts and Chemicals Ltd., contenido de sólidos: 30%), 60 g de  $\gamma$ -glicidoxipropiltrimetoxi-silano, 30 g de  $\gamma$ -glicidoxipropilmetildietoxisilano y 60 g de tetraetoxisilano, y se añadió a la mezcla gota a gota una solución acuosa de ácido clorhídrico 0,01N (normalidad). La solución de la mezcla resultante se agitó para provocar la hidrólisis. A continuación se añadieron 0,5 g de un agente regulador del flujo ("L-7604" de Dow Corning Toray Co., Ltd.) y 1,0 g de un catalizador y la solución de mezcla resultante se agitó a temperatura ambiente durante 3 horas para producir una solución de revestimiento resistente. Se recubrió la base de la lente con esta solución de revestimiento resistente por inmersión, se secó al aire y después se calentó a 110°C durante 2 horas para endurecer la solución de revestimiento resistente, formando así una película de revestimiento resistente con un espesor de 2,0 µm.

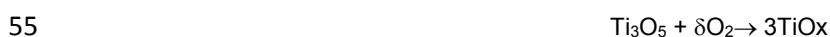
25 A continuación se formaron varias películas antirreflectantes. Se formó una película multicapa de 5 capas según el ejemplo 1, 5 y el ejemplo comparativo 1. Se colocó la base de la lente con la película de revestimiento resistente en un recipiente de vacío y se formó secuencialmente cada capa por el método de evaporación a vacío. En lo que se refiere a los materiales de las capas, las capas impares se hicieron con dióxido de silicio y las capas pares con óxido de circonio. Los espesores ópticos de las capas eran los siguientes:  $0,214\lambda$ ,  $0,080\lambda$ ,  $0,071\lambda$ ,  $0,389\lambda$  y  $0,236\lambda$  en éste orden desde el lado de la película de revestimiento resistente (los materiales de la base de la lente), siendo  $\lambda$  una longitud de onda y  $\lambda = 500$  nm.

30 En el ejemplo 2 y el ejemplo comparativo 2 se formó una película multicapa de 7 capas. Esta película multicapa se formó de manera similar a la de los ejemplos 1, 5 y ejemplo comparativo 1. Los espesores ópticos de las capas eran  $0,078\lambda$ ,  $0,056\lambda$ ,  $0,487\lambda$ ,  $0,112\lambda$ ,  $0,059\lambda$ ,  $0,263\lambda$  y  $0,249\lambda$  en este orden desde el lado de la película de revestimiento resistente, ajustándose la longitud de onda a  $\lambda = 500$  nm.

35 En el ejemplo 3 y el ejemplo comparativo 3 se formó una película multicapa de siete capas. Esta película multicapa se formó de manera similar a la de los ejemplos 1, 5 y ejemplo comparativo 1. En cuanto a los materiales de las capas, las capas impares se realizaron con dióxido de silicio y las capas pares con óxido de titanio. Los espesores ópticos de las capas eran  $0,074\lambda$ ,  $0,061\lambda$ ,  $0,113\lambda$ ,  $0,180\lambda$ ,  $0,061\lambda$ ,  $0,168\lambda$  y  $0,273\lambda$  en este orden desde el lado de la película de revestimiento resistente. La presión se ajustó introduciendo oxígeno gas para alcanzar una presión de 0,010 pascal (Pa) en el momento de la deposición del óxido de titanio. Se ajustó la longitud de onda en  $\lambda = 500$  nm.

40 En el ejemplo 4 y ejemplo comparativo 4 se formó una película multicapa de siete capas. Esta película multicapa se realizó de una manera similar a la del ejemplo 3 y el ejemplo comparativo 3 y sólo la cuarta capa vista desde el lado de la película de revestimiento resistente se realizó con óxido de titanio subestequiométrico. Los espesores ópticos de las capas eran  $0,074\lambda$ ,  $0,061\lambda$ ,  $0,113\lambda$ ,  $0,185\lambda$ ,  $0,061\lambda$ ,  $0,168\lambda$  y  $0,273\lambda$  en este orden desde el lado de la película de revestimiento resistente (la longitud de onda se ajustó en  $\lambda = 500$  nm). En este caso se formó el óxido de titanio subestequiométrico por deposición por evaporación del óxido de titanio subestequiométrico en una cámara de vacío donde se introdujo oxígeno gas para ajustar el grado de vacío. Se ajustó la presión introduciendo oxígeno hasta una presión de 0,0050 pascal (Pa) en el momento de la deposición del óxido de titanio subestequiométrico. Se pueden conseguir propiedades antiestáticas si se proporciona una capa de óxido de titanio subestequiométrico con propiedades conductoras. Hay que señalar que se puede utilizar como película conductora una película ITO, una combinación de una película ITO y una película de óxido de titanio subestequiométrico o similar.

Aunque se utilizó pentóxido de trititanio ("OS-50" de Canon Optron, Inc.) como material depositado en fase de vapor de óxido de titanio subestequiométrico, y el óxido de titanio subestequiométrico se depositó en fase vapor mientras se producía la siguiente reacción, se puede utilizar cualquier óxido de titanio.



En este ejemplo se puede ajustar con precisión el valor de "x" (el valor subestequiométrico) del  $\text{TiO}_x$  mediante la cantidad de oxígeno gas que se introduce en la cámara de vacío (una atmósfera de vacío) durante la deposición, y la presión durante la deposición se determina por la cantidad de oxígeno gas introducido. Es decir, cuanto mayor es la

presión durante la deposición tanto más oxígeno se introduce con lo que  $x$  se aproxima a 2. Cuanto más baja es la presión durante la deposición tanto menor es la cantidad de oxígeno introducido con lo que  $x$  es inferior a 2.

- Hay que señalar que la presión " $p$ " (Pa) durante la deposición en la cámara de vacío y el espesor óptico (índice de refracción: 2,50, longitud de onda  $\lambda = 500$  nm) de la capa de óxido de titanio subestequiométrico pueden ajustarse para cumplir las siguientes relaciones: (A)  $p \geq 0,005$ , (B) espesor óptico  $\leq 0,500\lambda$ , y (C) espesor óptico  $\geq (0,001\exp(905,73p) - 0,050)\lambda$ , donde "exp" representa una función exponencial de base "e" de un logaritmo natural como base. Así se puede conseguir una característica antiestática suficiente mientras que se proporciona una alta capacidad de transmisión de la luz (sin características de coloración) según se puede observar en la Tabla 2 siguiente. Alternativamente se puede formar la capa de óxido de titanio subestequiométrico por deposición de vapor ayudando en la deposición en fase vapor con iones oxígeno y/o iones argón, o mientras se realiza un tratamiento en plasma. En este caso se puede formar una capa de óxido de titanio subestequiométrico de gran calidad. Por otro lado, la capa de óxido de titanio subestequiométrico puede formarse como una capa con un alto índice de refracción en otra posición en la película antirreflectante (la película óptica multicapa), o formarse como una película de óxido de titanio subestequiométrico.

Tabla 2

Presión para formar la película [Pa]	7,5E-03		6,7E-03		6,0E-03		5,5E-03		5,0E-03		4,0E-03		3,0E-03		2,0E-03	
	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color	Antiest.	color
0,500λ	x	O	O	O	O	O	-	-	O	O	-	-	-	-	O	x
0,450λ	-	-	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,400λ	-	-	x	O	O	O	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-
0,350λ	-	-	x	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,300λ	-	-	x	O	O	O	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-
0,250λ	-	-	x	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,200λ	-	-	x	O	O	O	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-
0,150λ	-	-	x	O	x	O	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-
0,100λ	-	-	x	O	x	O	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-
0,050λ	x	O	x	O	-	-	-	-	x	O	x	O	x	O	O	O



En cuanto a las muestras con un símbolo que no es "-" indicado en los campos de las intersecciones del Espesor Óptico y Presión Durante la Deposición en la Tabla 2, se formó una película de TiOx de una sola capa con los correspondientes espesores ópticos y las correspondientes presiones durante la deposición en cada una de las superficies frontales de las bases plásticas recubiertas de la película resistente y con un índice de refracción de 1,60 y las superficies frontales de las bases de lentes. En este caso se utilizaron las películas de TiOx en las bases plásticas anteriores para comprobar el rendimiento antiestático y la coloración general. Las películas de TiOx en las bases de lentes posteriores se utilizaron para calcular la proporción de absorción de luz.

En la Tabla 2, las columnas de antiestática muestran el rendimiento antiestático según se determina midiendo el potencial electroestático cargado y la adherencia de polvo de lana de acero, donde un círculo indica un alto rendimiento antiestático y una cruz indica un rendimiento antiestático relativamente bajo. Las columnas de color muestran características de transmisión de la luz según se determina por observación del aspecto y resultado del cálculo del cociente de absorción de luz, donde un círculo indica una alta capacidad de transmisión de la luz y una cruz indica una capacidad de transmisión de la luz relativamente baja.

Las relaciones (A) a (C) arriba indicadas se determinan en base al rango en el que se obtienen en la Tabla 2 las características antiestáticas y de transmisión de la luz. En particular, la relación (A) se determina según se describe más arriba, ya que un espesor óptico que sobrepasa  $0,500\lambda$  afecta a las características ópticas (la capacidad de transmisión de la luz y similar) de la película de TiOx. La relación (C) se determina según se describe más arriba mediante el ajuste de una función exponencial (espesor óptico =  $(a \cdot \exp(b \cdot p)) \lambda$ ) con base "e" de un logaritmo natural en esta base, en un estado con un error mínimo (por el método de mínimos cuadrados) para el límite inferior del rango del espesor óptico en el que tanto la característica antiestática como la capacidad de transmisión de la luz se consiguen (teniendo en cuenta un error ( $\pm 0,05\lambda$ ) debido a un cambio del índice de refracción o similar por un error en el grado del vacío). Si la relación entre (A) y (C) se cumple, se consiguen tanto la característica antiestática como la capacidad de transmisión de la luz incluso si la película de TiOx se formó en al menos una capa de la película óptica multicapa. Hay que señalar que, teniendo en cuenta un error o similar, la relación (C) puede ser, por ejemplo, un espesor óptico  $\geq (0,001 \exp(905,73p) - 0,050)\lambda$ , o espesor óptico  $\geq (0,001 \exp(905,73p) + 0,050)\lambda$ . Se pueden obtener tanto la capacidad de transmisión de luz como la característica antiestática incluso si la presión durante la deposición es de  $2,0 \times 10^{-3}$  Pa y el espesor óptico es de  $0,050\lambda$ . Sin embargo, en este caso se verificó la absorción de la luz mediante un medidor del espesor óptico durante la deposición de la capa de TiOx y así se degradó correspondientemente en este sentido el rendimiento como elemento óptico.

Por otro lado, en los ejemplos comparativos 5, 6 se formó una película orgánica antirreflectante de una sola capa por un método de *spin-coating* (recubrimiento por centrifugado). Para formar la película orgánica antirreflectante se utilizó como solución de recubrimiento una solución A ("X-12-2510A" de Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) que contenía principalmente varios tipos (composiciones) de compuestos de órgano-silicio con contenido de flúor y con un contenido en sólidos del 3%. La superficie frontal de la película de revestimiento resistente de la superficie convexa de la base de lente se sometió a un tratamiento de corona durante 20 segundos a una distancia de 30 mm y después de recubrió con la solución de recubrimiento mediante un tratamiento de spin-coating a una velocidad rotacional de 1.300 rpm (rotaciones/min) durante un tiempo de centrifugado de 30 segundos, y a continuación se calentó a 100°C durante 15 minutos para endurecer la solución de recubrimiento. Después del endurecimiento térmico, se trató el lado cóncavo de la superficie de manera similar a la del lado convexo de la superficie y se endureció la solución de recubrimiento a 110°C durante 1 hora, formando así una película orgánica antirreflectante.

A continuación se formaron tres tipos de películas anti-suciedad. En los ejemplos comparativos 1 a 5 se formó una película anti-suciedad A descrita más adelante. En los ejemplos 1 a 4 y el ejemplo comparativo 6 se formó una película anti-suciedad B descrita más adelante. En el ejemplo 5 se formó una película anti-suciedad descrita más abajo con las propiedades tanto de la película anti-suciedad A como B.

La película anti-suciedad A se formó a partir de una solución de tratamiento anti-suciedad con un contenido en sólidos del 0,2% producida por dilución de un compuesto perfluoropoliéter silano ("KY-8" de Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) con un disolvente de flúor ("Novec HFE-7200" de Sumitomo 3M Limited). Se obtuvo la película anti-suciedad A mediante el recubrimiento de la base de lente con una película antirreflectante, formada sobre la misma con esta solución de tratamiento, por inmersión durante un tiempo de 30 segundos y con una velocidad de levantamiento de 180 mm/min, y endurecido de la solución de tratamiento en un entorno de temperatura y humedad constantes a una temperatura de 60°C y una humedad del 80%. La resistencia al desprendimiento de la película anti-suciedad A de la superficie era de 0,15 N/19mm. La resistencia al desprendimiento se obtuvo primero por medición de las cargas por ancho unitario (19 mm) necesarias para desprender una cinta adhesiva ("No. 31B" de Nitto Denko Corporation, ancho: 19 mm) de la película anti-suciedad A, al desprender la cinta adhesiva con una velocidad de 300 mm/min en un ángulo de 180° después de fijar firmemente la cinta adhesiva a 20g/cm<sup>2</sup> durante 24 horas, y después calculando el valor medio de las cargas medidas.

La película anti-suciedad B se formó realizando un tratamiento similar al aplicado para la película anti-suciedad A utilizando un compuesto perfluoropoliéter silano ("X-71-166" de Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.). La resistencia al desprendimiento superficial de la película anti-suciedad B era de 0,06 N/19 mm.

En el ejemplo 5 se obtuvo una solución de tratamiento con un contenido en sólidos del 0,2% mediante mezcla secuencial de los compuestos perfluoropoliéter silano de las películas anti-suciedad A y B con una relación del contenido en sólidos de 7 a 3 ( $AB = 7/3$ ). A continuación se formó la película anti-suciedad mediante un tratamiento similar al de la película anti-suciedad A. La resistencia al desprendimiento superficial era de 0,09 N/19 mm.

- 5 En varios productos ópticos así preparados se midió el potencial electroestático cargado y el ensayo de adherencia de polvo.

La medición del potencial electroestático cargado se realizó como sigue: el potencial electroestático cargado (en kilovoltios, kV) se midió inmediatamente después de frotar la superficie convexa de la lente con un tejido no tejido ("pure leaf" de Ozu Corporation) 20 veces hacia adelante y atrás durante 10 segundos con una carga de 1 kilogramo. La medida se realizó con un aparato medidor de la electricidad estática ("FMX-003" de Simco Japan).

10 El valor absoluto del potencial electroestático cargado era el mismo en los ejemplos 1 a 4 y ejemplos comparativos 1 a 4 o ligeramente menor en los ejemplos 1 a 4. El potencial electroestático cargado era de cero en el ejemplo 4 y ejemplo comparativo 4 debido a la formación de la capa de óxido de titanio subestequiométrico con propiedades conductoras, el ejemplo 4 y el ejemplo comparativo 4 muestran características antiestáticas.

15 En ensayo de adherencia de polvo se realizó como sigue: se colocó cada uno de los diferentes productos ópticos secuencialmente uno cada vez en una bandeja de polipropileno que contenía un granulado de poliestireno expandido (sustancialmente esférico con un diámetro de aproximadamente 1,6 mm) Sobre la bandeja se colocó una cubierta y se sacudió la bandeja durante 10 segundos (aproximadamente 20 veces hacia adelante y hacia atrás). A continuación se retiró suavemente el producto óptico de la bandeja y se examinó en cuanto a la adherencia de los granos de poliestireno expandido al producto óptico. En la Tabla 1 un círculo indica prácticamente ninguna adherencia, un triángulo indica adherencia a una parte de la superficie del producto óptico y una cruz indica adherencia a casi toda la superficie del producto óptico. La proporción del área ocupada por los granos de poliestireno expandido adheridos en el área superficial total del producto óptico también se calculó como la proporción de adherencia de los granos de poliestireno expandido.

20 También se realizó un ensayo de adherencia de polvo usando una lana de acero. Después de frotar de manera similar la superficie del producto óptico con una tela no tejida, se desplazó el producto óptico hacia piezas finamente cortadas de lana de acero para ver si se adhería esta lana de acero sobre la superficie convexa de la lente. En la Tabla 1 un círculo indica ninguna adherencia, un triángulo indica adherencia a una parte de la superficie del producto óptico y una cruz indica adherencia a casi toda la superficie del producto óptico.

30 Se llevó a cabo una evaluación general de los diferentes productos ópticos en base al ensayo doble de adherencia, etc. En la Tabla 1 un círculo indica prácticamente ninguna adherencia de los granos de poliestireno expandido y la lana de acero, e indica así que se ha conseguido una propiedad satisfactoria contra la adherencia del polvo (anti-suciedad). Un círculo-triángulo indica que bien los granos de poliestireno expandido bien la lana de acero se adhirieron de alguna manera, indicando que el resultado de la característica anti-suciedad era algo satisfactorio. Un triángulo indica que se observó adherencia de cualquiera de los granos de poliestireno expandido o la lana de acero, lo que indica que la capacidad anti-suciedad era relativamente baja. Una cruz indica que se observó adherencia tanto de los granos de poliestireno expandido como de la lana de acero, lo que indica que la capacidad anti-suciedad era baja.

35 Hay que señalar que se examinaron los diferentes productos ópticos en cuanto a su capacidad de transmisión de la luz. La reflexión dentro de la región visible era para cada uno de los productos ópticos de varios por cientos o menos. Todos los productos ópticos eran transparentes y no se observó ningún problema con la capacidad de transmisión de la luz.

40 La descripción anterior demuestra que el ejemplo 4 en el que el potencial electroestático cargado era bajo, la resistencia al desprendimiento lo suficientemente baja y la capa de óxido de titanio subestequiométrico tenía propiedades conductoras, también demostró la propiedad anti-suciedad más alta. Como se puede ver del ejemplo comparativo 4, el producto óptico que tiene únicamente un potencial electroestático bajo cargado no muestra la suficiente propiedad anti-suciedad contra el poliestireno expandido con electricidad estática.

45 Igual que en los ejemplos 1 a 3, incluso si el potencial electroestático cargado es algo alto, en el producto óptico únicamente se adhiere una cantidad pequeña de lana de acero siempre que el valor absoluto del potencial electrostático cargado sea de 2,00 kV o menor. El producto óptico puede así tener una propiedad anti-suciedad contra el poliestireno expandido con electricidad estática debido su baja resistencia al desprendimiento y similar. Por otro lado, debido a la baja resistencia al desprendimiento y similar, es fácil eliminar la lana de acero adherida y el poliestireno expandido y el producto óptico puede mostrar una gran capacidad anti-suciedad también en este sentido. Es decir, se consigue una mayor capacidad anti-suciedad si la resistencia al desprendimiento es igual a o menor que 0,10 N/19 mm mientras que el valor absoluto del potencial electroestático cargado es igual a o inferior a 2,00 kV, mejor que si se proporciona una película antiestática de alto rendimiento (película conductora) para obtener un potencial electroestático cargado igual a cero.

50 Por otro lado, si el valor absoluto del potencial electroestático cargado es mayor de 2,00 kV como se puede ver en el ejemplo comparativo 6, incluso si la resistencia al desprendimiento es baja, el producto óptico no puede tener una propiedad anti-suciedad contra la lana de acero y no puede tener una alta capacidad anti-suciedad contra el poliestireno

expandido. Hay que señalar, que la lana de acero y el poliestireno expandido se adhieren por el potencial electroestático cargado y similar, lo que hace difícil su eliminación.

- 5 Además, como se puede ver en el ejemplo 5, se puede conseguir una propiedad anti-suciedad tanto contra el poliestireno expandido como contra la lana de acero incluso si se ajusta la resistencia al desprendimiento en 0,09 N/19 mm (el valor absoluto del potencial electroestático cargado es de 2,00 kV o menor). Hay que señalar que las películas anti-suciedad con diferentes resistencias al desprendimiento superficial entre sí se produjeron mediante mezcla secuencial de los compuestos perfluoropolíétersilano de las películas anti-suciedad A y B con varias proporciones de contenido en sólidos como 6/4 y se realizó de modo similar el ensayo de adherencia de polvo. El resultado del ensayo
- 10 mostró que en el caso en el que el valor absoluto del potencial electroestático cargado era de 2,00 kV o menor, se podía conseguir una característica anti-suciedad suficiente tanto contra el poliestireno expandido como contra la lana de acero si la resistencia al desprendimiento era de 0,10 N/19 mm.

Es decir, se puede conseguir un alto rendimiento anti-suciedad mediante la introducción de la película anti-suciedad con (1) el potencial electroestático cargado en un valor absoluto igual o inferior a 2,00 kV y (2) con una resistencia de desprendimiento superficial de 0,10 N/19 mm o menor.

- 15 Además, un producto óptico con resistencia, características ópticas como antirreflectante y una gran capacidad anti-suciedad puede configurarse mediante la disposición de la película de revestimiento resistente y la película óptica multicapa entre la base y la película anti-suciedad.

- Se puede suministrar el producto óptico con una alta capacidad anti-suciedad colocando la película conductora entre la base y la película anti-suciedad. Al realizar la película conductora como al menos una capa de la película óptica multicapa se puede conseguir, además, la propiedad óptica con características de resistencia y ópticas como antirreflectante, donde se puede introducir una configuración eficiente de la película, donde la película óptica multicapa tiene también la función de la película conductora. Por otro lado, al realizar la película de óxido de titanio subestequiométrico como película conductora, se puede facilitar la formación de la película conductora, y ésta con propiedades antiestáticas suficientes así como con una alta capacidad de transmisión de la luz, formando la película de
- 20 óxido de titanio subestequiométrico bajo las condiciones (A) a (C) o similar arriba indicadas.

Por otro lado, al realizar la película anti-suciedad con un compuesto de silano con un grupo perfluoropolíétersilano se puede facilitar la formación de la película anti-suciedad cumpliendo con (1) y (2) arriba indicados, y se puede facilitar el ajuste de la resistencia al desprendimiento.

- Además, debido a que la película óptica es una película multicapa de óxidos inorgánicos, se puede facilitar la formación de la película óptica multicapa y se puede obtener un producto óptico que tiene tanto la capacidad óptica como la anti-suciedad si se alcanza una adaptación satisfactoria a la película anti-suciedad.
- 30

Por otra parte, se puede proporcionar una lente plástica para gafas con una alta capacidad anti-suciedad que tiene al mismo tiempo un rendimiento antirreflectante, utilizando una película antirreflectante como película óptica multicapa y utilizando una base de las lentes plásticas de gafas como la base del producto óptico.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Producto óptico que tiene:
- una película anti-suciedad que se forma sobre una base del producto óptico,
- una película de revestimiento resistente y una película óptica multicapa, donde la película de revestimiento resistente y la película óptica multicapa se forman secuencialmente sobre la base del producto óptico,
- la película anti-suciedad se forma sobre la película óptica multicapa llevando a cabo el recubrimiento con un compuesto silano que tiene un grupo perfluoropoliéter, teniendo la película anti-suciedad una resistencia al desprendimiento superficial de 0,10 N/19 mm o inferior y donde la película óptica es una película multicapa de un óxido inorgánico,
- caracterizado porque el valor absoluto del potencial electroestático de carga en dicha película anti-suciedad es de 2,00 kV o inferior cuando se mide inmediatamente después de frotar el producto óptico con una tela no tejida Pure Leaf de Ozu Corporation, 20 veces hacia adelante y hacia atrás durante 10 segundos con una carga de 1 kilogramo.
2. Producto óptico según la reivindicación 1, caracterizado porque se dispone una película conductora entre la base del producto óptico y la película anti-suciedad.
3. Producto óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque la película de revestimiento resistente contiene una resina de organosiloxano y partículas finas de un óxido inorgánico.
4. Lente de plástico para gafas, caracterizada porque comprende el producto óptico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, siendo la base del producto óptico la base de la lente de plástico para gafas y siendo la película óptica multicapa una película antirreflectante.