

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 584 935**

51 Int. Cl.:

G02B 1/11 (2015.01)

G02C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2009** **E 09777998 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2016** **EP 2324376**

54 Título: **Lente de gafas con recubrimiento antirreflejos de color neutral y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

08.09.2008 DE 102008041869

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

30.09.2016

73 Titular/es:

CARL ZEISS VISION GMBH (100.0%)
Turnstrasse 27
73430 Aalen

72 Inventor/es:

VON BLANCKENHAGEN, BERNHARD

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 584 935 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

Lente de gafas con recubrimiento antirreflejos de color neutral y procedimiento para su fabricación

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas con un recubrimiento antirreflejos.

5 Las luz que incide se refleja en las superficies de una lente de gafas. La parte de luz reflejada depende del ángulo de incidencia y del índice de refracción de la lente. La parte de luz reflejada en cada superficie de un a lente de gafas no tratada con un índice de refracción de 1,5 es, en caso de incidencia vertical de la luz alrededor del 4 %, por lo que la lente de gafas sólo transmite aproximadamente un 92 % de la luz incidente. La luz reflejada por la lente de gafas causa efectos de deslumbramiento molestos, tanto por su cara anterior como por su cara posterior orientada hacia el ojo del usuario de las gafas. Los reflejos de la cara anterior de la lente de gafas son percibidos como molestos por una persona situada enfrente. La luz reflejada por la cara posterior da lugar a que el usuario de las gafas perciba, además de los efectos ópticos no deseados, una imagen borrosa.

10 Los tratamientos antirreflejos eliminan estos reflejos molestos en gran medida, dado que aumentan la cantidad de luz que pasa por la lente de gafas. Las lentes de gafas con un tratamiento antirreflejos de gran calidad por su cara anterior y posterior presentan un grado de transmisión de luz del 98 %, aproximadamente, lo que corresponde a un grado de reflectancia luminosa de más o menos un 1 % por superficie.

15 Tradicionalmente los reflejos se eliminan con ayuda de un así llamado recubrimiento antirreflectante. La reducción de los reflejos se basa en el principio de la interferencia, El recubrimiento antirreflectante se compone de una pluralidad de finas capas superpuestas monolíticamente de algunas decenas de nanómetros de grosor e índices de refracción distintos. Las ondas de luz reflejadas por las superficies de la capa se superponen y, en el caso ideal, se apagan mutuamente.

20 Debido al número finito de capas de un recubrimiento antirreflejos no es posible eliminar por completo la reflexión a través de todo el espectro visible.

25 Por lo tanto, los recubrimientos antirreflejos provocan generalmente un reflejo residual de color. El color de reflexión depende de la posición del máximo de la curva de reflexión como función de la longitud de ondas.

30 Un criterio de calidad para los recubrimientos antirreflejo para lentes de gafas es el color del reflejo residual. Éste determina en una parte importante el aspecto cosmético de la lente de gafas. Los recubrimientos antirreflejos usuales para lentes de gafas presentan un reflejo residual verde. La reflexión de una superficie de la lente de gafas antirreflectante alcanza, por ejemplo, un valor de entre un 0,75 % y un 1,5 % con una longitud de ondas de 500 nm. En el documento US 2007/0202251 A1, en el que se basa la invención, se describe una lente de gafas con un recubrimiento antirreflectante que bajo la luz de un espectro de luz diurna natural genera un reflejo residual que parece de color neutral.

35 El recubrimiento antirreflejos descrito en el documento US 2007/0202251 A1 ha dado buenos resultados para el uso descrito en este documento. El uso allí descrito se refiere a un recubrimiento antirreflejos que se aplica directamente sobre un sustrato como, por ejemplo, una lente de gafas.

40 Los recubrimientos modernos para lentes de gafas de plástico tienen una estructura distinta a la que se describe en la memoria impresa US 2007/0202251 A1. El recubrimiento antirreflejos no se aplica directamente sobre la lente de gafas. Ésta más bien se dota previamente de una capa de protección contra el rayado. Esto es necesario dado que los plásticos para lentes de gafas, por ejemplo poliuretanos, presentan una resistencia al rayado muy baja. Para que el producto, la lente de gafas, sea resistente al rayado, las lentes de gafas se recubren con un barniz duro, por ejemplo mediante un procedimiento de inmersión. Después del endurecimiento del barniz duro las lentes de gafas así recubiertas presentan una resistencia al rayado mayor. El grosor de una capa endurecida oscila normalmente entre los 2 y los 4 micrómetros.

45 En muchos productos de lentes de gafas la capa antirreflejos se aplica sobre esta capa de protección contra el rayado.

A pesar de que el recubrimiento antirreflejos descrito en el documento US 2007/0202251 A1 en principio también ha dado buenos resultados en lentes de gafas de plástico con recubrimientos contra el rayado y antirreflejos, se ha podido comprobar que el reflejo residual ciertamente no se percibe conscientemente bajo la luz solar natural, pero que tanto el usuario de las gafas como la persona situada en frente del mismo sí lo percibe como molesto, por ejemplo en lugares iluminados por fluorescentes.

50 El documento DE 10 354 091 A1 también describe lentes de gafas con recubrimientos antirreflejos para conseguir un reflejo residual de color neutral en caso de incidencia vertical de la luz.

55 El documento EP 1 557 698 A2 se ocupa de dos temas, en concreto de la minimización del reflejo percibido por el propio usuario de las gafas y el control de la perceptibilidad del color del reflejo por parte de un observador externo que está mirando al usuario de las gafas. El documento establece que el color del reflejo que percibe el observador externo depende tanto del ángulo de incidencia como del tipo de luz/de la fuente de luz. Para demostrarlo se muestran las coordenadas de cromaticidad al incidir la luz sobre una lente de gafas optimizada con un recubrimiento

antirreflejos con vistas a un reflejo mínimo perceptible para el propio usuario de las gafas con diferentes ángulos de incidencia para distintas fuentes de luz, a saber, luz diurna, lámpara de wolframio y lámpara fluorescente. La memoria impresa propone optimizar el color del reflejo con vistas a una perceptibilidad lo más discreta posible. En especial se propone adaptar el color del reflejo al fondo. Alternativamente se propone una adaptación a la sensibilidad del ojo. Finalmente se propone optimizar el color del reflejo de manera que presente una dependencia lo más reducida posible del ángulo.

La tarea de la invención consiste en proporcionar un procedimiento para la fabricación de una lente de gafas con un recubrimiento antirreflejos cuyo reflejo residual se perciba como de color neutral, no sólo con una iluminación de luz diurna natural, sino también en caso de una iluminación distinta a la de la luz natural.

Esta tarea se resuelve gracias a un procedimiento con las características de la reivindicación 1.

La figura 3 del documento US 2007/0202251 A1 compara el grado de reflexión porcentual de un recubrimiento antirreflejos convencional con reflejo residual de color con el grado de reflexión porcentual de un recubrimiento antirreflejos de reflejo residual blanco como función de la longitud de ondas en la zona espectral visible. De la representación se deduce que la curva de reflexión espectral del recubrimiento antirreflejos con reflejo residual blanco se desarrollan en la zona espectral visible aproximadamente como horizontal. Unos estudios exhaustivos han demostrado que el reflejo residual a la luz del día se percibe como de color neutral/blanco, pero que en lugares iluminados por fluorescentes se percibe como de color.

La percepción subjetiva se puede apoyar en cálculos. El cálculo se basa en una curva de reflexión como la que se indica en la figura 3 del documento US 2007/0202251 A1 para el recubrimiento antirreflejos para la generación de un reflejo residual blanco. A la luz del día, representada por la así llamada iluminación normalizada CEI D65 ($x = 0,312713$, $y = 0,329016$ en el sistema de coordenadas de cromaticidad CIE-XYZ; luz diurna de un cielo sin nubes a medio día en ventana orientada al norte, espectro de un cuerpo negro similar a 6504 Kelvin) se obtienen en el sistema de coordenadas de cromaticidad CIE-LAB para la curva de reflexión arriba indicada las coordenadas representadas en la tabla 1 para la calidad de reproducción del color Ra:

Tabla 1: Coordenadas de cromaticidad LAB de un tratamiento antirreflectante de color neutral del estándar D65 según la figura 3 del documento US 2007/0202251 A1

D65	a*	b*	L*
Ra	0,0	0,0	6,3

Si para el cálculo de las coordenadas de cromaticidad a* y b* se emplea una curva de iluminación de un típico tubo fluorescente se obtienen para la misma curva de reflexión las coordenadas de cromaticidad representadas en la siguiente tabla 2:

Tabla 2 Coordenadas de cromaticidad LAB de un tratamiento antirreflectante de color neutral según la figura 3 del documento US 2007/0202251 A1 en caso de iluminación con un tubo fluorescente tradicional

Tubo	a*	b*	L*
Ra	-3,4	-3,3	6,3

Las cifras de las coordenadas de cromaticidad de la tabla 2 son para a* y b* mayores que 2. Por consiguiente, el reflejo residual en caso de iluminación con un típico tubo fluorescente ya no se percibe como de color neutral.

En las lentes de gafas de plástico con recubrimiento de protección contra el rayado y antirreflejos, la diferencia en la percepción en distintas condiciones de iluminación es aún más acusada. Con frecuencia se emplean en la industria, para la fabricación de la capa de protección contra el rayado, barnices duros que se diferencian en el índice de refracción n_h del índice de refracción n_s del sustrato (lente de gafas). Un ejemplo de una diferencia de este tipo es el empleo de un barniz duro con un índice de refracción de $n_h = 1.62$ sobre un sustrato con un índice de refracción n_s de 1.60 (los índices de refracción indicados se refieren a una longitud de onda de 550 nm). Esta diferencia en el índice de refracción da lugar a que el desarrollo de la reflexión como función de la longitud de ondas (llamada de aquí en adelante curva de reflexión) ya no sea liso (como por ejemplo en la figura 3 de la solicitud US 2007/0202251 A1), sino que se superpone una oscilación (ver figura 3 de esta solicitud). La distancia de la máxima de estas oscilaciones (en la figura 3 aproximadamente 30 nm) depende del grosor de la capa de barniz duro. Estas oscilaciones tienen gran influencia en el color del reflejo residual del recubrimiento antirreflejos, especialmente cuando el color de reflexión se percibe en distintas condiciones de iluminación. Por regla general se considera que el color de reflexión de un recubrimiento antirreflejos percibido por un observador depende de las condiciones de iluminación. La impresión acerca del color que percibe un observador varía en función de si el reflejo de color se observa a la luz del día o bajo luz artificial. Las diferencias son especialmente claras cuando el reflejo de color a la luz del día se compara con el que se percibe bajo la luz de tubos fluorescentes.

La idea, en la que se basa la presente invención, consiste en minimizar la diferencia del color del reflejo residual del recubrimiento antirreflejos en caso de iluminaciones distintas para garantizar una apariencia invariable del color del

reflejo, con independencia de las condiciones ambientales y de iluminación. De acuerdo con esta idea una lente de gafas se dota, conforme al procedimiento según la invención, de un recubrimiento antirreflejos que genere un reflejo residual percibido como de color neutral, no sólo con un espectro de luz diurna natural, sino también en caso de una iluminación con un espectro de iluminación diferente al de la luz diurna natural. Esto se garantiza especialmente también para lentes de gafas que presentan, por debajo del recubrimiento antirreflejos, una capa de protección contra el rayado con un índice de refracción distinto al índice de refracción del sustrato que es la lente de gafas. En concreto, la solución de la tarea planteada se consigue si a la hora de diseñar el sistema de capas de interferencia, de las que se compone el recubrimiento antirreflejos, se tiene en cuenta el hecho de que la impresión de color neutral/blanco del reflejo residual se tiene que garantizar en distintas condiciones de iluminación.

Por regla general basta con recurrir a dos condiciones de iluminación extremas en las que se cumpla la condición indicada, en concreto a la luz del día (por ejemplo iluminación D65) y a la luz con el espectro de iluminación de una bombilla (por ejemplo iluminación normalizada CIE A, $x = 0,4476$, $y = 0,4074$ en el sistema de coordenadas de cromaticidad CIE-XYZ) o de una lámpara de descarga gaseosa, por ejemplo un tubo fluorescente según la iluminación normalizada CIE C con las coordenadas de cromaticidad CIE-XYZ $x = 0,3101$ e $y = 0,3162$. Lógicamente también es posible emplear, en lugar de la iluminación normalizada CIE A de una bombilla o de la iluminación normalizada CIE C de un tubo fluorescente, el espectro de iluminación de otra lámpara de valor de mercurio recubierta de un material fluorescente o de una lámpara de gas de alumbrado, por ejemplo una lámpara de neón, o el espectro de iluminación de cualquier otra fuente de luz utilizada usualmente como segundo espectro de iluminación (o como espectro de iluminación adicional), bajo el cual el reflejo residual procedente de la lente de gafas parezca (al menos de forma aproximada) blanco o de color neutral.

Según DIN 5035, la luz blanca se divide en tres gamas de temperatura de color, tal como señala la tabla 3 indicada a continuación:

Tabla 3: Gamas de temperaturas de color según DIN 5035

Abreviatura	Denominación	Temperatura de color	Utilización
ww	Blanco calido/ warm white	<3300 K	Salas de conferencia y oficinas, restaurantes, viviendas
nw	Blanco neutral/cool white	3300 K a 5300 K	Escuelas, oficinas talleres, salas de exposición
tw	Luz del día/ day light	> 5300 K	Luz que sustituye a la luz del día en locales cerrados y para aplicaciones técnicas

De acuerdo con la teoría de la invención el recubrimiento antirreflejos se puede configurar de manera que genere un reflejo residual que parezca de color neutral tanto si se ilumina con un espectro de luz diurna natural como con un espectro de iluminación de una fuente de luz artificial con los espectros de iluminación de una de las gamas de temperatura de color normales blanco cálido, blanco neutral o luz del día.

Por reflejo residual de color neutral el experto en la material entiende un reflejo cuya coordenada de cromaticidad a^* del sistema de coordenadas de cromaticidad $L^*a^*b^*$ es del orden de entre $[-1,5] < a^* < [1,5]$, pero preferiblemente del orden de entre $[-1,3] < a^* < [1,1]$. De forma correspondiente, la coordenada de cromaticidad b^* del sistema de coordenadas de cromaticidad $L^*a^*b^*$ es del orden de entre $[-1,5] < b^* < [1,5]$, pero preferiblemente del orden de entre $[-1,4] < b^* < [1,2]$. La coordenada de cromaticidad de claridad L^* del sistema de coordenadas de cromaticidad $L^*a^*b^*$ puede ser de entre $[0] < L^* < [7]$, pero preferiblemente de entre $[4] < L^* < [6]$. Los límites indicados en las coordenadas de cromaticidad para la percepción de un reflejo residual de color neutral pueden ser distintos de una persona a otra, siempre en dependencia de la propia percepción del color de cada individuo.

El recubrimiento antirreflejos de la lente de gafas puede comprender, por ejemplo, una pila de capas de materiales que presenten alternativamente un alto o un bajo índice de refracción. Los materiales utilizados para la formación de las capas son transparentes en la zona espectral visible. Los grosores de las distintas capas son generalmente más pequeños que la longitud de ondas de la luz visible. Se puede tratar, por ejemplo, de un sistema de capas de tres materiales de capa distintos. La capa más próxima al sustrato es, por ejemplo, de un material con un índice de refracción lo más bajo posible. La capa siguiente es de un material con un índice de refracción lo más alto posible y el material de la tercera capa presenta un índice de refracción con un valor entre los otros dos materiales. El sistema de capas de interferencia puede presentar, por ejemplo, la siguiente serie de capas (orden de alejamiento del sustrato): 22 nm HfO₂, 14 nm SiO₂, 36 nm HfO₂, 88 nm Nb₂O₅, 24 nm HfO₂, 75 nm SiO₂. El material de capa empleado SiO₂ presenta el índice de refracción más bajo, el material Nb₂O₅ el más alto y el material HfO₂ un índice de refracción medio. También puede ser ventajoso aplicar sobre la capa exterior otra capa que modifique las propiedades superficiales del sistema de capas antirreflectante, de manera que la lente de gafas se pueda limpiar con especial facilidad. Si este fuera el caso, habría que tenerlo en cuenta a la hora de diseñar las distintos grosores de capa. Estos recubrimientos de fácil limpieza son recubrimientos hidrófobos y/u oleófobos con una energía superficial inferior a 20mN/m.

Entre la lente de gafas y el recubrimiento antirreflejos se puede prever una capa de protección contra el rayado. Esto resulta especialmente ventajoso si se emplea un material de lente de gafas muy blando, por ejemplo policarbonato, poliuretano, etc.. Supone una ventaja que el índice de refracción de la capa de protección contra el rayado sea igual al de la lente de gafas. Sin embargo, se pueden tolerar diferencias en el índice de refracción de hasta 0,5. Lo habitual son grosores de capa de entre 2 y 4 μm .

El procedimiento según la invención para la fabricación de una lente de gafas con un recubrimiento antirreflejos comprende los siguientes pasos:

En un primer paso a) se proporciona una lente óptica de un material transparente a la luz visible como, por ejemplo, vidrio (por ejemplo vidrio silicónico) o plástico (por ejemplo policarbonato, polimetilmetacrilato, poliuretano o polialilidigitolcarbonato).

En un segundo paso b) la lente se puede dotar de una capa de protección contra el rayado. Esta capa se aplica, por ejemplo, por medio de un procedimiento de inmersión en un barniz duro adecuado. Alternativamente la capa se puede aplicar mediante un procedimiento de centrifugado, también llamado Spin-coating. En el caso ideal el índice de refracción del material de la capa de protección contra el rayado es igual al del material de la lente. Sin embargo, también puede ser distinto. La diferencia puede ser de hasta 0,5. En función del uso se puede renunciar a este paso.

En un tercer paso c) se aplica una serie de capas alternativas de material de alto índice de refracción (H) y de bajo índice de refracción (L) que forman el recubrimiento antirreflejos. En casos especiales puede ser ventajoso emplear un material de capa (M) con un índice de refracción que se encuentre entre los de los materiales H y L. Esta serie de capas (formada, por ejemplo, por cuatro capas H/L/H/L o H/L/M/L (orden de sucesión desde el sustrato) se puede aplicar, por ejemplo, con ayuda de un proceso de vacío como evaporación o pulverización catódica. La aplicación del recubrimiento antirreflejos se lleva a cabo con la condición de que el recubrimiento antirreflejos genere un reflejo residual que parezca de color neutral, tanto en caso de iluminación con un espectro de luz diurna natural, como en caso de un espectro de iluminación distinto.

El diseño del sistema de capas de interferencia que forma el recubrimiento antirreflejos se realiza, por ejemplo, de manera que se consideren numéricamente dos condiciones de iluminación. Se trata normalmente de la luz del día y de una condición de iluminación basada en tubos fluorescentes. Para el diseño del sistema de capas de interferencia se pueden emplear procedimientos numéricos de optimización, como los que se conocen por el estado de la técnica interno. Éstos se basan en la especificación de valores a conseguir para la percepción cromática del reflejo residual. Junto con los valores cromáticos que se han de conseguir, establecen simultáneamente dos tipos de iluminación. Los distintos grosores de capa y/o materiales se cambian de manera apropiada hasta que el reflejo cromático corresponda lo más posible al valor pretendido en ambas condiciones de iluminación.

La invención se explica a continuación a la vista de los dibujos. Éstos muestran en la

Figura 1 un espectro de emisión normalizado del estándar D65 y de un tubo fluorescente tradicional;

Figura 2 el recubrimiento antirreflejos según la invención sobre una lente de gafas;

Figura 3 espectros de reflexión de una lente de gafas con un recubrimiento antirreflejos concebido según la invención conforme a la figura 2.

La figura 1 muestra las curvas de iluminación de luz diurna 10 normalizadas al 100 % de intensidad (aquí de forma aproximada con el estándar D65 que el experto en la materia conoce) y de un tubo fluorescente 20. Si las dos iluminaciones 10, 20 se consideran a la vez al concebir el sistema de capas de interferencia, se obtiene para el recubrimiento antirreflejos 1 de una lente de gafas 2 dibujado en la figura 2 (no a escala) la curva de reflexión espectral 30 representada en la figura 3.

El recubrimiento antirreflejos 1 comprende en el ejemplo de realización representado una capa de protección contra el rayado x y siete capas individuales 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 que forman el sistema óptico de interferencia.

La lente de gafas 2a que constituye el sustrato y presenta un índice de refracción n_{2a} de 1,6 se dota en primer lugar de una capa de protección contra el rayado x. Ésta tiene un índice de refracción n_x de 1,6 y un grosor d_x de 2,5 μm . Sobre la capa de protección contra el rayado x se aplica el sistema del recubrimiento antirreflejos 1 que actúa a modo de sistema de capas ópticas de interferencia. Las capas 7, 5 y 3 se componen del material óxido de hafnio con un índice de refracción $n_7 = n_5 = n_3$ de 1,98 con una longitud de onda de 550 nm. La capa 7 tiene un grosor d_7 de 16 nm, la capa 5 un grosor d_5 de 77 nm y la capa 3 un grosor d_3 de 31 nm. Las capas 4 y 8 son de dióxido de silicio con un índice de refracción $n_4 = n_8$ de 1,45 con 550 nm. La capa 4 tiene un grosor d_4 de 36 nm, la capa 8 un grosor d_8 de 65 nm. La capa 6 se compone de Nb_2O_5 con un índice de refracción n_6 de 2,4 con 550 nm y con un grosor d_6 de 31 nm. La capa 9 es una capa de fácil limpieza que, por un lado, forma parte del sistema de capas ópticas de interferencia y que, por el otro lado, garantiza una limpieza fácil de la lente de gafas gracias a sus propiedades superficiales químicas. Esta capa se compone de un material fluor-orgánico con un índice de refracción n_9 de 1,38 con 550 nm y presenta un grosor d_9 de 5 nm.

El desarrollo de la curva de reflexión espectral 30 esbozado en la figura 3 garantiza que el aspecto experimente fuertes cambios en caso de iluminaciones distintas. Las coordenadas de cromaticidad a^* u b^* en las diferentes situaciones de iluminación se indican en la tabla 4 representada a continuación.

Tabla 4: Coordenadas de cromaticidad LAB del reflejo residual del estándar D65 y del tubo fluorescente según la tabla 2 del recubrimiento antirreflejos según la figura 2

Ra	a*	b*	L*
D65	1,05	1,16	4,07
Tubo fluorescente	-1,22	-1,35	3,92

5 En comparación con el sistema de capas descrito en el documento US 2007/020225 A1 el valor de las coordenadas de cromaticidad a* y b* del sistema de coordenadas Lab es aproximadamente de 1, lo que corresponde a una percepción de color neutral/blanco.

10 Una solución de estas características también se puede conseguir para otros materiales de capa, además de los del ejemplo antes señalado. El experto en la materia sabe que para cada combinación de materiales sólo existe una solución óptima. Por solución óptima el experto entiende grosores de capa que den lugar a valores a* y b* lo más bajos posible si se emplean de forma simultánea ambos tipos de iluminación.

15 Puede resultar ventajoso emplear, en lugar de óxido de niobio, otro material con un índice de refracción lo más alto posible, por ejemplo dióxido de titanio o mezclas de materiales comerciales como H3, H4 o H5 de la serie de productos Patinal de la firma Merck. También puede ser ventajoso utilizar, en lugar de dióxido de hafnio, otros materiales con un índice de refracción medio como, por ejemplo, óxido de circonio, óxido de aluminio o mezclas de materiales comerciales como M1, M2 o M3 de la serie de productos Patinal de la firma Merck.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una lente de gafas (2) para un usuario con un recubrimiento antirreflejos (1) con los siguientes pasos de procedimiento:

a) puesta a disposición de una lente óptica (2a),

5 b) aplicación opcional de una capa de protección contra el rayado (x),

c) aplicación de una serie de capas (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) que forman el recubrimiento antirreflejos (1) con un material de índice de refracción alto, bajo y medio sobre la lente óptica (2a), realizándose la aplicación del recubrimiento antirreflejos (1) con la condición de que el recubrimiento antirreflejos (1) genere un reflejo residual (30) que parezca de color neutral en caso de una iluminación con un espectro de luz diurna natural (10), realizándose la aplicación del recubrimiento antirreflejos (1) con la condición adicional de que el recubrimiento antirreflejos (1) genere un reflejo residual (30) que parezca de color neutral también en caso de un espectro de iluminación distinto (20) al espectro de luz diurna natural (10), concibiéndose el recubrimiento antirreflejos (1) por el hecho de que se establece un valor cromático a conseguir común para el reflejo residual (30) del recubrimiento antirreflejos (1) provocado por la luz diurna natural y para el reflejo residual (30) del recubrimiento antirreflejos (1) provocado por una iluminación distinta y de que algunos o varios grosores y/o materiales de las capas que forman el recubrimiento antirreflejos (1) se cambien en la forma necesaria hasta que la diferencia respecto al valor cromático a conseguir de un valor cromático calculado del reflejo residual (30) para el espectro de luz diurna natural (1) y la diferencia respecto al valor cromático a conseguir común de un valor cromático calculado del reflejo residual (30) para el espectro de iluminación distinto (20) queden por debajo de unos valores umbrales especificados, eligiéndose los valores umbrales de manera que la percepción del color del respectivo reflejo residual (30) en las dos condiciones de iluminación sea la de un color neutral, es decir, que una coordenada de cromaticidad a^* del sistema de coordenadas de cromaticidad a^* de $L^*a^*b^*$ sea del orden de entre $[-1,5]<a^*<[1,5]$, de una coordenada de cromaticidad b^* del orden de entre preferiblemente del orden de entre $[-1,5]<b^*<[1,5]$ y una coordenada de cromaticidad L^* del orden de entre $[0]<L^*<[7]$.

25

FIG.1

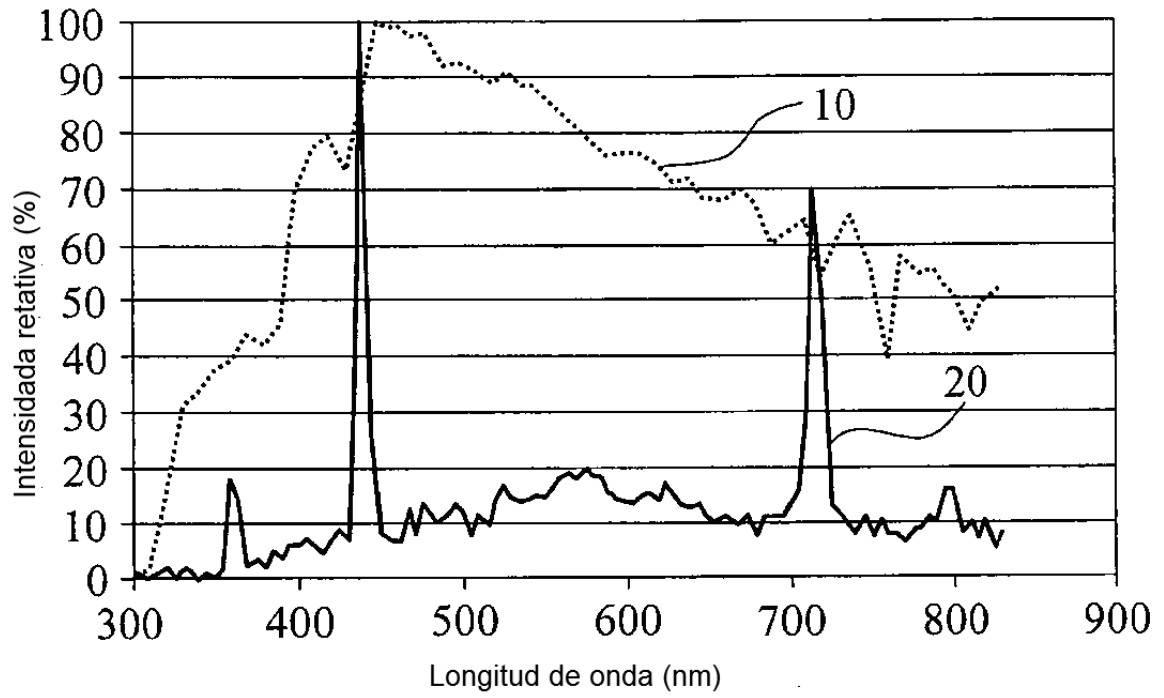


FIG.2

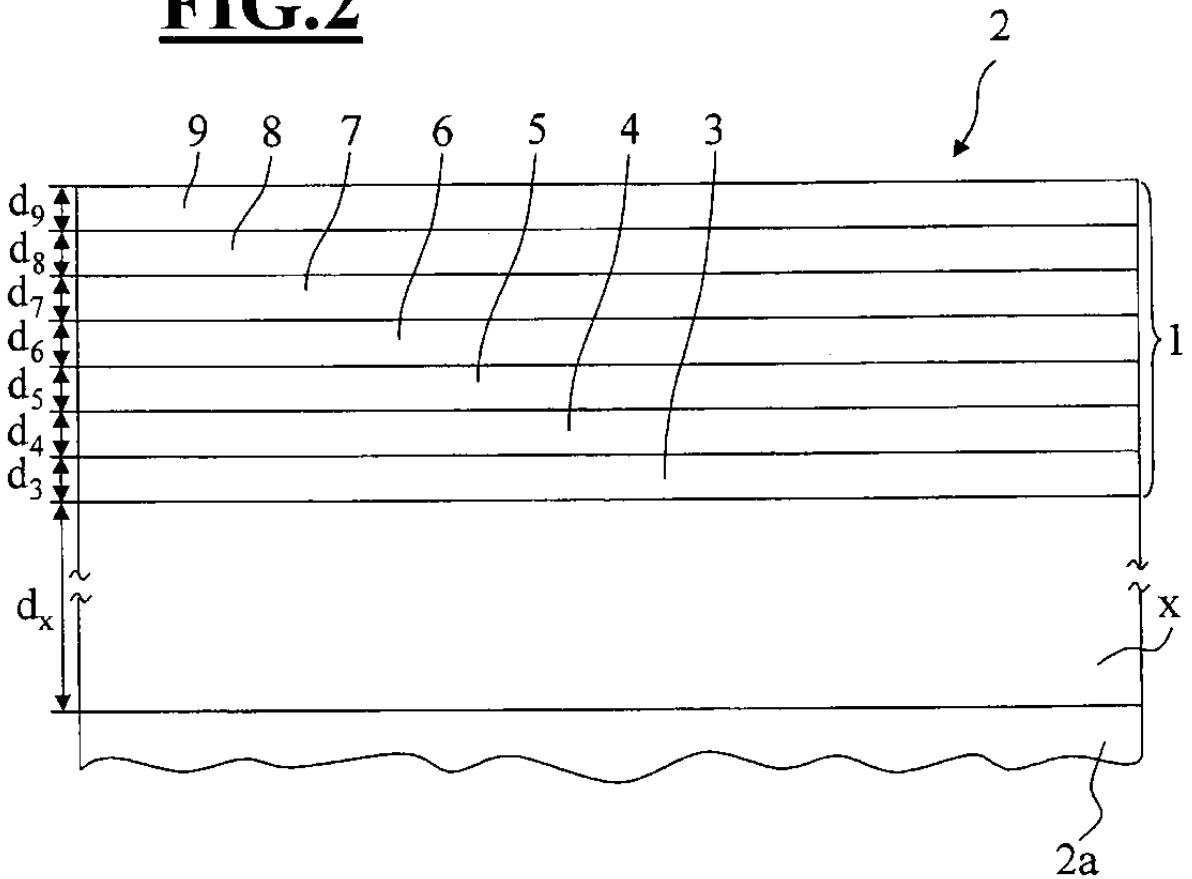


FIG.3

