



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 538**

51 Int. Cl.:
G02B 1/11 (2006.01)
G02C 7/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04816569 .0**
96 Fecha de presentación : **16.12.2004**
97 Número de publicación de la solicitud: **1697770**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.09.2006**

54 Título: **Artículo de óptica revestido con un revestimiento anti-reflejos multicapas que absorbe en el visible y procedimiento de fabricación.**

30 Prioridad: **17.12.2003 FR 03 51097**
07.01.2004 FR 04 50042

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
08.05.2009

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
08.05.2009

73 Titular/es: **ESSILOR INTERNATIONAL COMPAGNIE
GENERALE D'OPTIQUE**
147, rue de Paris
94227 Charenton Cédex, FR

72 Inventor/es: **Thomas, Michèle;**
Arnal, Alain y
Helmstetter, Yvon

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 319 538 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).

ES 2 319 538 T3

DESCRIPCIÓN

Artículo de óptica revestido con un revestimiento anti-reflejos multicapas que absorbe en el visible y procedimiento de fabricación.

5

La presente invención se refiere, de manera general, a un artículo de óptica coloreado, en particular a un vidrio oftálmico coloreado, tal como un vidrio solar, así como a un procedimiento de fabricación de dicho artículo.

10

La técnica de coloración más habitual de los vidrios orgánicos, en el campo oftálmico, consiste en bañar estos vidrios (sustratos) orgánicos en un baño de coloración acuoso que comprende unos pigmentos solubilizados y/o dispersados, siendo este baño generalmente mantenido próximo a la ebullición (típicamente de 90 a 95°C). Los pigmentos se difunden entonces bajo la superficie de los sustratos.

15

Ciertos sustratos, tales como los policarbonatos (PC) se pueden colorear muy difícilmente por esta vía. Resulta necesario entonces añadir al baño de coloración unos disolventes, frecuentemente agresivos frente a los sustratos. Además, el uso de estos disolventes plantea un problema tanto en el plano industrial como medioambiental.

Otra técnica conocida consiste en incorporar un agente colorante en un revestimiento depositado sobre el sustrato.

20

Así, la patente US nº 4.802.744 describe un vidrio de gafas fotocromicas cuyas dos caras ópticas están cada una revestidas de una capa de monóxido de titanio, siendo la capa de monóxido de titanio depositada sobre la cara posterior revestida con una capa anti-reflejos a base de MgF_2 .

25

Sin embargo, en la patente US nº 4.802.755, las capas a base de monóxido de titanio no forman parte de un apilamiento que tiene unas propiedades anti-reflectantes.

30

La patente US nº 5.694.240 describe un vidrio de gafas solar que comprende, en su cara cóncava posterior un revestimiento multicapas. El revestimiento multicapas comprende una capa de óxido de titanio sub-estequiométrico TiO_x ($0,2 \leq x \leq 1,5$) que absorbe en el visible, adyacente al sustrato, que disminuye la transmisión de la luz visible por lo menos 10%. El revestimiento multicapas comprende además una capa compuesta que reduce la transmisión de los UV y constituida por lo menos por dos capas alternadas (típicamente TiO_2 y SiO_2) y eventualmente por una capa anti-reflejos de bajo índice de refracción en óxido o fluoruro metálico.

35

La solicitud internacional WO 97/27997 describe en particular un revestimiento anti-reflejos bi-capa que absorbe en el visible, y que comprende una capa fina exterior de un material de bajo índice de refracción, dispuesta sobre una capa muy fina absorbente de un oxinitruro de un metal de transición sub-estequiométrico TiO_xNy , estando x comprendido entre 0,3 y 0,8 y estando y comprendido entre 0,8 y 1,2. El depósito de este revestimiento se efectúa por pulverización catódica sobre unos sustratos de vidrio mineral.

40

La patente US nº 3.962.488 describe un artículo de óptica que comprende un revestimiento multicapas. El revestimiento multicapas comprende una capa de óxido de titanio sub-estequiométrico, una capa de plata o de oro y una tercera capa de óxido de titanio sub-estequiométrico.

45

Por último, la patente europea EP 0 834 092 B1 describe en particular un artículo de óptica de coeficiente de transmisión elevado que comprende un sustrato transparente sobre el cual se forma un revestimiento transparente anti-reflejos multicapas eléctricamente conductor. Este revestimiento anti-reflejos está constituido por capas alternadas de alto índice de refracción y de bajo índice de refracción, que comprende unos óxidos de titanio y unos óxidos de silicio.

50

Sin embargo, el artículo de óptica de la patente EP 0 834 092 B1 posee una transmitancia a una longitud de onda de 550 nm comprendida entre 98% y 99,5% aproximadamente, y por lo tanto no se puede considerar como coloreado.

55

La invención tiene por lo tanto por objetivo suministrar un artículo de óptica, en particular un vidrio oftálmico coloreado, que evita los inconvenientes de la técnica anterior así como un procedimiento de fabricación de dicho artículo.

60

La invención tiene asimismo por objetivo suministrar un artículo tal como se ha definido anteriormente que comprende sobre por lo menos una de sus caras principales, preferentemente su cara cóncava posterior, un revestimiento anti-reflejos que absorbe en el visible, que presenta una coloración homogénea, estable en el tiempo y que resiste a los UV.

65

La invención tiene asimismo por objetivo suministrar un procedimiento de depósito de un revestimiento anti-reflejos tal como se ha definido anteriormente mediante evaporación al vacío, sin calentamiento del sustrato.

Estos objetivos se alcanzan según la invención por un artículo de óptica según la reivindicación 1.

Mediante la expresión "capa que absorbe en el visible" se entiende, en el sentido de la presente solicitud, una capa de un revestimiento anti-reflejos, que tiene por función reducir el factor de transmisión de la luz visible, es decir, en el intervalo de longitud de onda comprendido entre 380 y 780 nm.

ES 2 319 538 T3

Tal como se conoce bien en la técnica, el revestimiento anti-reflejos multicapas está formado por un apilamiento de por lo menos dos capas que tienen alternativamente un bajo índice de refracción (capa BI, $n_D^{25} < 1,5$) y un índice de refracción elevado (capa HI, $n_D^{25} \geq 1,5$, preferentemente $\geq 1,6$).

5 Típicamente, los revestimientos anti-reflejos comprenden cuatro o más capas alternadas BI y HI.

Tal como se conoce bien, estas capas son generalmente unas capas de óxidos, de nitruros, de fluoruros minerales, o sus mezclas, tales como SiO, SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, ZrO₂, Ta₂O₅, Si₃N₄ o MgF₂. Preferentemente, se usan los óxidos minerales.

10

Según la invención, el apilamiento anti-reflejos comprende por lo menos dos capas que absorben en el visible, de manera que el factor relativo de transmisión (Tv) en el visible del artículo de óptica revestido con el revestimiento anti-reflejos disminuye por lo menos 10%, preferentemente por lo menos 40% y mejor por lo menos 80%, con relación al mismo artículo no revestido del revestimiento anti-reflejos.

15

Típicamente, el artículo de óptica revestido con el revestimiento anti-reflejos según la invención presenta un Tv, factor relativo de transmisión en el visible de como máximo 40%, mejor de como máximo 30%, y mejor aún de menos de 20%, y de manera óptima del orden de 15%.

20

Estas capas absorbentes pueden comprender uno o más óxidos de titanio sub-estequiométricos TiO_x en los que x es inferior a 2, y preferentemente está comprendido entre 0,2 y 1,2.

Las capas que absorben en el visible pueden ser obtenidas mediante evaporación de una mezcla de TiO y de Ti₂O₃. Preferentemente, la proporción másica de TiO en la mezcla de TiO y de Ti₂O₃ es de por lo menos 50%, preferentemente de por lo menos 60%, y mejor aún de por lo menos 70%.

25

Preferentemente, las capas que absorben en el visible de la invención están totalmente constituidas por óxidos sub-estequiométricos TiO_x. Sin embargo, pueden comprender unos óxidos que no absorben en el visible tal como TiO₂ en proporciones tales que estos óxidos no afecten las características de absorción de la luz visible, es decir, que se obtenga una disminución del factor de transmisión Tv de por lo menos 10%.

30

En la continuación de la descripción y en las reivindicaciones, se designa mediante "óxido de titanio sub-estequiométrico" tanto los óxidos de titanio TiO_x (x < 2) y sus mezclas, como las mezclas TiO/Ti₂O₃.

35

En general, estas capas absorbentes tienen un espesor de 20 a 60 nm, preferentemente de 30 a 50 nm.

Preferentemente, las capas absorbentes tienen un coeficiente de extinción (k) de 0,2 a 2,4 para toda la longitud de onda en el campo visible.

40

Generalmente, las capas (HI) tienen un espesor físico comprendido entre 10 y 120 nm, y las capas (BI) tienen un espesor físico comprendido entre 10 y 100 nm.

Para comparación, una capa a base de TiO₂ presenta un coeficiente de extinción cercano a cero para toda la longitud de onda en el campo visible.

45

Las capas absorbentes tienen un índice de refracción n a temperatura ambiente que puede estar comprendido entre 1,3 y 3,5, preferentemente entre 1,4 y 2,8 en el intervalo de longitud de onda comprendido entre 380 y 780 nm.

Más preferentemente, las capas absorbentes en óxido de titanio sub-estequiométrico de la invención no comprenden nitrógeno.

50

De manera general, el revestimiento anti-reflejos del artículo de óptica según la invención se puede depositar sobre cualquier sustrato transparente de vidrio orgánico o mineral, y preferentemente sobre unos sustratos de vidrio orgánico.

55

Entre las materias plásticas que convienen para los sustratos, se pueden citar los homo y copolímeros de carbonato, (met)acrílicos, tio(met)acrílicos, de dietilenglicol bisalilcarbonato tal como el material CR 39[®] comercializado por PPG, de uretano, de tiouretano, de epóxido, de episulfuro, y sus combinaciones.

60

Los materiales preferidos para los sustratos son los poliuretanos (PU), los politiouretanos, los polímeros (met)acrílicos y tio(met)acrílicos, y preferentemente los policarbonatos (PC).

Por policarbonato (PC) se entiende en el sentido de la presente invención tanto los homopolicarbonatos como los copolicarbonatos y los copolicarbonatos secuenciados. Los policarbonatos están disponibles en el comercio, por ejemplo en las compañías GENERAL ELECTRIC COMPANY con la marca LEXAN[®], TEIJIN con la marca PANLITE[®], BAYER con la marca BAYBLEND[®], MOBAY CHEMICAL CORP. con la marca MAKROLON[®] y DOW CHEMICALS Co. con la marca CALIBRE[®].

65

ES 2 319 538 T3

Según la presente invención, el revestimiento anti-reflejos formado sobre por lo menos una de las caras del sustrato comprende un apilamiento de capas alternadas de alto índice (HI) y de bajo índice (BI), en el que:

- una por lo menos de las capas de alto índice de refracción (HI) está constituida por una capa que absorbe en el visible que comprende un óxido de titanio sub-estequiométrico, y
- una por lo menos de las capas de bajo índice de refracción (BI) comprende una mezcla de óxido de silicio (SiO_2) y de óxido de aluminio (Al_2O_3).

Una por lo menos de las capas absorbentes a base de óxido de titanio sub-estequiométrico es una capa de alto índice de refracción (HI), mientras que la otra capa a base de SiO_2 y de Al_2O_3 es una capa de bajo índice (BI). La capa BI ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) comprende preferentemente entre 1 y 5% en peso de Al_2O_3 con relación al peso total de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$.

Para un depósito en fase de vapor de la capa BI, preferentemente, en el material fuente que comprende la mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio, el óxido de aluminio representa de 1 a 10% en peso, preferentemente de 1 a 2% en peso del material fuente evaporable.

La capa de bajo índice de refracción (BI) a base de una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio presenta esencialmente dos efectos. Por un lado, permite mejorar la homogeneidad de la coloración sobre el conjunto de la superficie óptica del artículo de óptica y, por otro lado, permite mejorar la duración de vida del revestimiento anti-reflejos, y su resistencia a las degradaciones exteriores, en particular a los UV.

Además de las capas a base de óxido de titanio sub-estequiométrico y la capa que comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio, el apilamiento anti-reflejos tal como se ha definido anteriormente puede comprender asimismo unas capas (HI) y (BI) suplementarias.

Estas capas (HI) suplementarias pueden ser análogas a la capa (HI) a base de óxido de titanio que absorbe en el visible, pero pueden ser asimismo unas capas (HI) habituales bien conocidas en la técnica.

Asimismo, las capas (BI) suplementarias pueden ser análogas a la capa (BI) que comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio. Pero puede ser asimismo unas capas (BI) habituales, tal como, por ejemplo, unas capas de SiO_2 .

En dicho modo de realización, preferentemente, la capa de bajo índice de refracción (BI) que comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio es adyacente a una capa que absorbe en el visible en óxido de titanio sub-estequiométrico.

De manera particularmente ventajosa, la capa BI que comprende una mezcla $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ es adyacente a dos capas HI que absorben en el visible en óxido de titanio sub-estequiométrico.

Preferentemente, el apilamiento anti-reflejos comprende por lo menos cuatro capas alternadas HI/BI, y mejor 6 capas o más.

De manera general, los índices de refracción n_D^{25} a los que se hace referencia en la presente invención son los índices de refracción a 550 nm de longitud de onda y a 25°C.

Según la presente invención, el apilamiento anti-reflejos se puede aplicar sobre la cara delantera y/o la cara posterior del sustrato, pero se aplica preferentemente de forma exclusiva sobre la cara posterior. Cuando el revestimiento anti-reflejos que absorbe en el visible se deposita en la cara posterior del artículo de óptica, el aspecto colorimétrico del vidrio o de la cara delantera es casi idéntico al de un vidrio no tratado.

El apilamiento anti-reflejos según la invención está particularmente adaptado para unos artículos de óptica que presentan una fuerte curvatura cóncava, preferentemente que presentan un radio de curvatura de 90 mm o inferior y mejor del orden de 70 mm.

Los sustratos del artículo de óptica según la invención pueden eventualmente estar revestidos por unas películas anti-abrasión, antichoque, anti-rayas, u otros revestimientos usados habitualmente.

Evidentemente, el artículo de óptica según la invención puede comprender asimismo unos revestimientos formados sobre el revestimiento anti-reflejos, y capaces de modificar sus propiedades de superficie, tales como unos revestimientos anti-suciedad, hidrófobos. Se trata en general de materiales de tipo fluorosilano, de algunos nanómetros de espesor.

La invención se refiere asimismo a un procedimiento de fabricación de un artículo que comprende un apilamiento anti-reflejos que comprende por lo menos dos capas que absorben en el visible en óxido de titanio sub-estequiométrico en el que el conjunto de las capas del revestimiento anti-reflejos está depositado mediante evaporación al vacío según la reivindicación 17.

ES 2 319 538 T3

Las figuras 1 y 2 son unos gráficos respectivamente del factor de reflexión (o reflectancia) (R) en función de la longitud de onda y del factor de transmisión (T) en función de la longitud de onda de un artículo de óptica coloreado según la invención.

5 Los siguientes ejemplos ilustran la invención de manera más detallada pero no limitativa.

El gráfico del factor de transmisión T en función de la longitud de onda se ha medido con la ayuda de un espectrofotómetro DU 70 de la compañía Beckmann.

10 El factor relativo de transmisión en el visible T_v se calcula entre 380 y 780 nm teniendo en cuenta:

- el iluminante C (CIE 1931)
- el observador 2°.

15 El espectro de reflexión $R = f(\lambda)$ se ha medido con un espectrofotómetro de la compañía Zeiss.

Los coeficientes colorimétricos han sido calculados entre 380 y 780 nm teniendo en cuenta:

- 20
- el iluminante D 65 (CIE 1976)
 - el observador 10°

25 h es el ángulo de teñido

C es la croma.

Los valores de n y de k para las capas TiOx han sido determinados de la siguiente manera:

30 El índice de refracción n y el coeficiente de extinción en función de la longitud de onda han sido determinados para una capa TiOx “encapsulada”, es decir, sobre la cual se ha depositado una capa $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$, siendo el conjunto depositado sobre un disco de silicio.

35 Para ello, se ha analizado una capa de $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ sola en un primer momento mediante elipsometría según un método bien conocido por el experto en la materia.

El espesor de la capa de TiOx se ha determinado mediante profilometría mecánica.

40 Los espectros elipsométricos de la capa encapsulada han sido medidos para 5 ángulos de incidencia, comprendidos entre 55 y 75°, e invertida simultáneamente fijando el espesor de la capa TiOx al determinado mediante profilometría y usando las características de la capa $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ como determinadas previamente.

45 *Coefficiente de extinción*

Cuando una luz monocromática de intensidad I_0 atraviesa un medio homogéneo, la intensidad de la luz emergente I decrece exponencialmente cuando el espesor l del medio absorbente aumenta:

50

$$I = I_0 e^{-al} \text{ (Ley de Bouger-Lambert)}$$

siendo a una constante denominada coeficiente de absorción (o coeficiente de atenuación), característico del medio y de la longitud de onda considerados.

55 El coeficiente de absorción está relacionado con el coeficiente de extinción k (que es asimismo la parte imaginaria del índice de refracción complejo $N = n + ik$) por la relación siguiente: $a = 4\pi nk/\lambda$.

60 *Factor de reflexión*

$$R = \Phi_R/\Phi$$

65 Caracteriza la reflexión en la interfaz de dos medios mediante la relación entre el flujo luminoso reflejado Φ_R y el flujo luminoso incidente Φ . En general, se determina el factor espectral de reflexión R_λ para cada longitud de onda λ de la luz incidente.

ES 2 319 538 T3

Factor relativo de reflexión en el visible R_v

Este factor se usa en óptica oftálmica para caracterizar el efecto visual de la reflexión mediante la relación entre el flujo de luz Φ_R reflejado y el flujo de luz incidente Φ tales como se perciben por el ojo, es decir, ponderados para cada longitud de onda, por la eficacia luminosa relativa espectral V_λ del ojo. Este factor se calcula según la siguiente fórmula:

$$R_v = \frac{\int_{380}^{780} R_\lambda \Phi_\lambda V_\lambda d\lambda}{\int_{380}^{780} \Phi_\lambda V_\lambda d\lambda}$$

siendo R_λ = factor espectral de reflexión, Φ_λ = flujo espectral incidente, V_λ = eficacia luminosa relativa fotópica espectral del ojo.

Factor de transmisión

$$T = \Phi_v / \Phi$$

Caracteriza las propiedades de transmisión de un vidrio mediante la relación entre el flujo luminoso Φ_v que emerge de su superficie de salida y el flujo luminoso Φ incidente sobre su superficie de entrada. En general, el factor espectral de transmisión T_λ del vidrio se determina para cada longitud de onda λ de la luz incidente.

Curva de transmisión

Describe las propiedades físicas del filtro de luz que es el vidrio presentando la variación de su factor espectral de transmisión T_λ en función de la longitud de onda. Esta curva permite observar la selectividad espectral del filtro y determinar el factor de transmisión físico T del vidrio sobre cualquier intervalo de longitudes de onda λ_1 a λ_2 mediante la fórmula:

$$T = \frac{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_\lambda T_\lambda d\lambda}{\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_\lambda d\lambda}$$

siendo Φ_λ = flujo espectral incidente.

Factor relativo de transmisión en el visible T_v

Este factor es específico de la óptica oftálmica: resume las propiedades fisiológicas del filtro en un único número: la relación entre el flujo de luz que emerge del vidrio y el flujo de luz incidente sobre el vidrio tales como se perciben por el ojo, es decir, ponderados para cada longitud de onda, por la eficacia luminosa relativa espectral V_λ del ojo. Este factor se calcula según la siguiente fórmula:

$$T_v = \frac{\int_{380}^{780} \Phi_\lambda T_\lambda V_\lambda d\lambda}{\int_{380}^{780} \Phi_\lambda V_\lambda d\lambda}$$

siendo T_λ = factor espectral de transmisión, Φ_λ = flujo espectral incidente, V_λ = eficacia luminosa relativa fotópica espectral del ojo. Es este coeficiente T_v el que se usa para la descripción y la clasificación de los vidrios solares.

Ejemplo 1

Se ha formado mediante evaporación al vacío, sobre la cara posterior de un sustrato de policarbonato provista de un primario antichoque y de un revestimiento antiabrasión, una capa anti-rayas a base de SiO_2 , y después de un revestimiento anti-reflejos según la invención que comprende seis (6) capas y por último un revestimiento final hidrófobo (top coat).

ES 2 319 538 T3

La estructura detallada del apilamiento se indica en la Tabla 1:

TABLA 1

Orden de evaporación	Espesor de la capa depositada	Forma y naturaleza del material de partida
1	100-110 nm	Granulados SiO ₂
2	25-35 nm	Mezcla de óxidos de Ti sub-estequiométrico
3	10-20 nm	SiO ₂ dopado Al ₂ O ₃ (BI)(LIMA de UMICORE)
4	45-55 nm	Mezcla de óxidos de Ti sub-estequiométrico (HI) (TiO 70%, Ti ₂ O ₃ 30% en peso)
5	40-50 nm	SiO ₂ dopado Al ₂ O ₃ (BI)(LIMA de UMICORE)
6	35-45 nm	Mezcla de óxidos de Ti sub-estequiométrico (HI)
7	70-80 nm	SiO ₂ dopado Al ₂ O ₃ (BI)
8	1-5 nm	Top coat

Característica del sustrato en PC

Vidrio afocal de policarbonato de bisfenol A.

Primario antichoque

Látex de poliuretano W234 de Baxenden. Espesor: 1 μ m.

Revestimiento anti-abrasión

Hidrolizado de epoxisilano (γ -glicidoxipropiltrimetoxisilano). Espesor: 3 μ m.

El sustrato anterior se trata entonces tal como se indica a continuación, sin adición de O₂ en el recinto.

Los depósitos se efectúan en una máquina BALZERS BAK 760. En primer lugar, se impone un vacío de 3×10^{-5} mbares. El sustrato se somete a una preparación de superficie que consiste en un prelavado iónico por bombardeo de iones Argon con la ayuda de un cañón de iones Commonwealth Mark II.

Después se deposita sobre la superficie previamente limpiada una capa de SiO₂ (capa nº 1) anti-rayas evaporando un material fuente de sílice mediante un cañón de electrones (a 1 nm/s bajo 5×10^{-5} mbares).

Se procede entonces al depósito de las 5 primeras capas del apilamiento anti-reflejos de la invención, mencionadas en la tabla 1:

	Material	Velocidad de depósito	Presión (aire)
Capa nº 2	TiOx	1,5 a 2 nm/s	5×10^{-6} mbares
Capa nº 3	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1 nm/s	10^{-5} mbares
Capa nº 4	TiOx	1,5 a 2 nm/s	5×10^{-6} mbares
Capa nº 5	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	1 nm/s	10^{-5} mbares
Capa nº 6	TiOx	1,5 a 2 nm/s	5×10^{-6} mbares

ES 2 319 538 T3

Se somete el sustrato obtenido revestido con las cinco primeras capas del revestimiento anti-reflejos a un tratamiento de bombardeo electrónico.

5 Se deposita entonces la sexta capa del apilamiento anti-reflejos ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) en las condiciones de 1 nm/s con una presión de 10^{-5} mbares.

Por último, se deposita la capa final hidrófoba mediante evaporación bajo efecto joule de un material OF110 de la compañía OPTRON.

10 Las características ópticas del sustrato en PC así revestido se indican a continuación.

a) Características de reflexión

15 La curva de reflectancia espectral (a 15° de incidencia) del artículo obtenido se representa en la figura 1.

Los valores del factor de reflexión en el campo del visible (380-780 nm) permiten calcular las prestaciones (R_m , R_v) del tratamiento anti-reflejos y cuantificar el color del reflejo residual en el sistema colorimétrico CIE $L^*a^*b^*$. La tabla 2 presenta estas características.

20

TABLA 2

R_m (%)	R_v (%)	Croma: C^*	Ángulo de tintado: h ($^\circ$)	a^*	b^*
1,0	1,0	10	135	-7,0	7,0

30

b) Características de transmisión

La figura 2 presenta el factor relativo de transmisión en el visible T_v en función de la longitud de onda. Se observa que con el revestimiento anti-reflejos según la invención, se puede alcanzar un factor de transmisión del orden de 15%.

35

La tabla 3 siguiente califica el color en transmisión en el sistema CIE $L^*a^*b^*$.

40

TABLA 3

T_v %	Croma: C^*	Ángulo de tintado: b ($^\circ$)	a^*	b^*
15	7,0	270	-0,5	-7,0

45

Después de dos meses de envejecimiento natural (guardado en una bolsa de papel), no existe ninguna modificación significativa de las propiedades de absorción del anti-reflejos.

50

Ejemplo 2

55 Se efectúa el mismo depósito sobre unos vidrios afocales ORMA[®] de ESSILOR (material obtenido mediante polimerización de dialilcarbonato de dietilenglicol) revestido con un primario y con un revestimiento anti-abrasión idénticos a los del ejemplo 1.

Los resultados al envejecimiento natural son idénticos a los del ejemplo 1.

60

65

ES 2 319 538 T3

REIVINDICACIONES

1. Artículo óptico que comprende un sustrato transparente de vidrio orgánico o mineral, que presenta unas caras principales delantera y posterior, comprendiendo por lo menos una de dichas caras principales un revestimiento anti-reflejos multicapas, comprendiendo dicho revestimiento anti-reflejos por lo menos dos capas que absorben en el visible y comprendiendo un óxido de titanio sub-estequiométrico, siendo las capas que absorben en el visible tales que el factor relativo de transmisión de la luz visible T_v está reducido por lo menos 10%, preferentemente por lo menos 40%, y mejor aún por lo menos 80%, con relación al mismo artículo que no comprende dichas capas que absorben en el visible, comprendiendo dicho revestimiento anti-reflejos un apilamiento de capas alternadas de alto índice de refracción (HI) y de bajo índice de refracción (BI) en el que una por lo menos de las capas que absorben en el visible es una capa de alto índice (HI) que comprende un óxido de titanio sub-estequiométrico, **caracterizado** porque por lo menos una de las capas de bajo índice (BI) comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio.
2. Artículo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las capas que absorben en el visible tienen un coeficiente de extinción (k) igual o superior a 0,2 y preferentemente comprendido entre 0,2 y 0,4 para toda la longitud de onda en el campo del visible comprendido entre 380 nm y 780 nm.
3. Artículo según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el sustrato es de vidrio orgánico.
4. Artículo según la reivindicación 3, **caracterizado** porque el sustrato de vidrio orgánico es de policarbonato.
5. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la capa de bajo índice de refracción (BI) que comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio es adyacente a la capa de alto índice de refracción (HI) que absorbe en el visible.
6. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada una de las capas de alto índice de refracción (HI) del revestimiento anti-reflejos es una capa que absorbe en el visible constituida por óxido de titanio sub-estequiométrico.
7. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque cada una de las capas de bajo índice de refracción (BI) del revestimiento anti-reflejos comprende una mezcla de óxido de silicio y de óxido de aluminio.
8. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el óxido de titanio sub-estequiométrico de las capas absorbentes corresponde a la fórmula TiO_x , en la que x es inferior a 2.
9. Artículo según la reivindicación 8, **caracterizado** porque x está comprendido entre 0,2 y 1,2.
10. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el óxido de titanio sub-estequiométrico se obtiene a partir de una mezcla de TiO y de Ti_2O_3 .
11. Artículo según la reivindicación 10, **caracterizado** porque la proporción másica de TiO en la mezcla de TiO y de Ti_2O_3 es de por lo menos 50%, preferentemente de por lo menos 60%, y mejor de por lo menos 70%.
12. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque en la capa de bajo índice de refracción (BI) SiO_2/Al_2O_3 , Al_2O_3 representa entre 1 y 5% en peso.
13. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el apilamiento anti-reflejos comprende por lo menos cuatro capas alternadas HI/BI, y preferentemente 6 capas.
14. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque comprende un revestimiento anti-rayas formado sobre el sustrato, siendo el revestimiento anti-reflejos depositado sobre dicho revestimiento anti-rayas.
15. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el revestimiento anti-reflejos se deposita exclusivamente sobre la cara posterior del sustrato.
16. Artículo según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el artículo es un vidrio oftálmico, en particular un vidrio de gafas solar, preferentemente de fuerte curvatura cóncava, para unos radios de curvatura de la cara cóncava de 90 mm o inferior, preferentemente del orden de 70 mm.
17. Procedimiento de fabricación de un artículo tal como se define según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado** porque el conjunto de las capas del apilamiento anti-reflejos se deposita mediante evaporación al vacío.
18. Artículo óptico según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el factor relativo de transmisión de la luz visible T_v de dicho artículo es de como máximo 40%, preferentemente de como máximo 30%, mejor como máximo 20%, y mejor aún del orden de 15%.

ES 2 319 538 T3

19. Artículo óptico según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el apilamiento anti-reflejos comprende las siguientes capas:

25-35 nm de una mezcla de óxidos de titanio sub-estequiométricos;

5

10-20 nm de SiO₂ dopado Al₂O₃;

45-55 nm de una mezcla de óxidos de titanio sub-estequiométricos;

10

40-50 nm de SiO₂ dopado Al₂O₃;

35-45 nm de una mezcla de óxidos de titanio sub-estequiométricos;

70-80 nm de SiO₂ dopado Al₂O₃.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

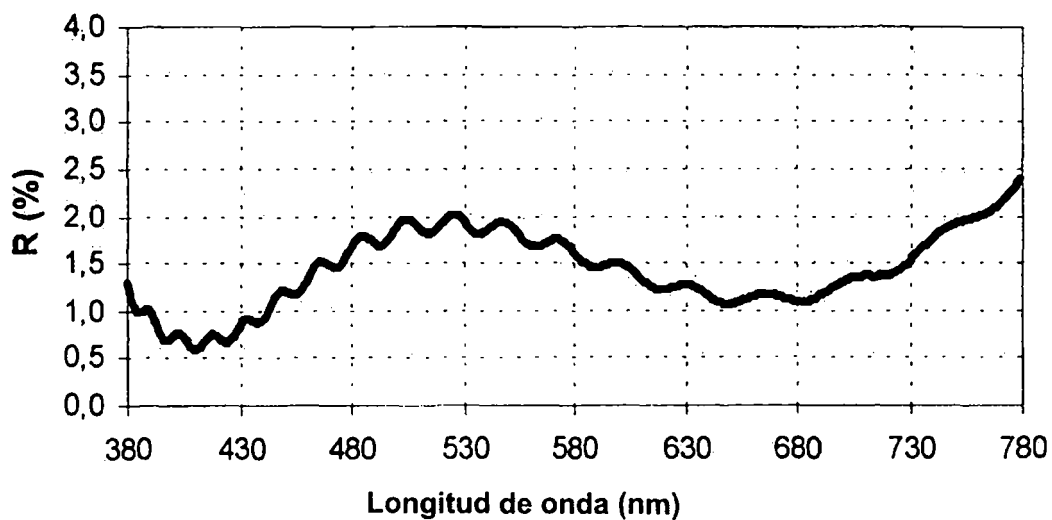


Figura 1

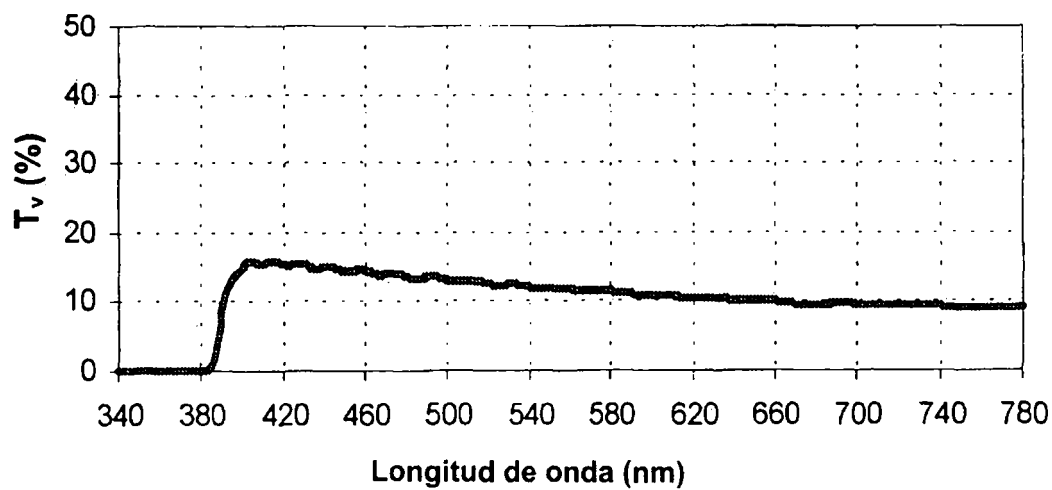


Figura 2