

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 447**

51 Int. Cl.:

**C03C 17/36** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.12.2002 PCT/US2002/40077**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.07.2003 WO03055818**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.12.2002 E 02805944 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 1458655**

54 Título: **Revestimiento de baja emisión de transmisión visible elevada**

30 Prioridad:

**21.12.2001 US 341837 P**  
**09.12.2002 US 314426**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**06.07.2017**

73 Titular/es:

**GUARDIAN INDUSTRIES CORP. (100.0%)**  
**2300 HARMON ROAD**  
**AUBURN HILLS, MICHIGAN 48326-1714, US**

72 Inventor/es:

**STACHOWIAK, GRZEGORZ**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 622 447 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).



**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según una realización de ejemplo, tal como se divulga en la solicitud relacionada.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según una realización de ejemplo.

La Figura 3 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo.

La Figura 5 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo.

La Figura 6 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según la presente invención.

**Descripción detallada de las realizaciones de ejemplo y la invención**

La presente invención se refiere a artículos revestidos que pueden usarse en aplicaciones que incluyen, pero sin limitación, unidades de ventana de vidrio aislante (IG), otros tipos de ventanas arquitectónicas, ventanas de claraboya, y/u otros tipos de ventanas. Los artículos revestidos según la presente invención incluyen un sistema de capa/s antirreflectante/s mejorado para la reducción de la reflectancia visible y/o aumentar la transmisión visible en artículos revestidos que proporcionan una funcionalidad de control solar (por ejemplo, la reflexión IR y/o UV). De manera sorprendente, en determinadas realizaciones de ejemplo se ha encontrado que determinados sistemas de capa/s antirreflectante/s de la presente invención pueden tanto: (a) mejorar la transmisión visible y/o reducir la reflectancia visible como, al mismo tiempo, (b) lograr un color neutro aceptable del artículo revestido resultante.

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según una realización de ejemplo. El artículo revestido de la Figura 2, como todos los demás artículos revestidos del presente documento, puede usarse en cualquiera de las aplicaciones mencionadas anteriormente (por ejemplo, en ventanas arquitectónicas, etc.). El artículo revestido de la Figura 2 incluye a partir del sustrato de vidrio hacia fuera (todos los índices de refracción "n" a 550 nm):

vidrio ( $n=1,51$ )

óxido de titanio (por ejemplo,  $TiO_2$ ) ( $n=2,1$  a  $2,7$ )

nitruro de silicio (por ejemplo,  $Si_3N_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )

plata (Ag)

óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )

óxido de estaño (por ejemplo,  $SnO_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

nitruro de silicio (por ejemplo,  $Si_3N_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )

plata (Ag)

óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )

óxido de estaño (por ejemplo,  $SnO_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

óxido de silicio (por ejemplo,  $SiO_2$ ) ( $n=1,4$  a  $1,7$ , preferentemente  $n=1,45$ )

aire ( $n=1,0$ )

Tal como se muestra en la Figura 2, las capas de contacto (es decir, las capas de  $NiCrO_x$ ) rodean y están en contacto con las capas de Ag que reflejan IR. Las capas de  $NiCrO_x$  del presente documento denominadas capas de "contacto" porque cada una de ellas está en contacto con una capa reflectante de IR (es decir, una capa de Ag). Las capas de contacto de  $NiCrO_x$  proporcionan la protección química más inmediata para la capa de Ag, y también sirven como capas de adhesión y/o nucleación. Las capas de contacto pueden o no estar graduadas por oxidación, tal como se describe en la solicitud relacionada. Además, en lugar de  $NiCrO_x$ , una o más capas de contacto pueden

ser de o incluir otro/s material/es que incluyen, pero sin limitación, NiCr, NiCrN<sub>x</sub>, NiCrO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>, ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, ZnAlO<sub>x</sub>, Ni, Cr, CrN<sub>x</sub>, NiO<sub>x</sub>, NbO<sub>x</sub>, cualquier combinación de los mismos, o similares. Los grosores de ejemplo de las capas de contacto, y de otras capas del presente documento, se han discutido anteriormente en el apartado de Antecedentes y sumario de esta solicitud.

5 En lugar de Ag, pueden usarse otros materiales reflectantes de IR metálicos (por ejemplo, Au, aleaciones de Ag, aleaciones de Au, etc.) para la capa/s reflectante/s de IR (esto se aplica a las realizaciones del presente documento). El grosor de las capas de Ag metálicas (capas reflectantes de IR) se elige con el fin de lograr el rendimiento térmico deseado (véase los intervalos de grosor de ejemplo anteriores). Por ejemplo, la capa de Ag puede ser de un grosor  
10 de aproximadamente 50-250 Å, con el fin de lograr una resistencia de lámina ( $R_s$ ) (antes y/o después del tratamiento térmico) menor que o igual a 10,0 ohmios/cuadrado, más preferentemente menor que o igual a 8,0 ohmios/cuadrado, incluso más preferentemente menor que o igual a 5,0 ohmios/cuadrado, y más preferentemente menor que o igual a 4,0 ohmios/cuadrado. De manera similar, el/los grosor/es de la/s capa/s de Ag se elige de manera que el revestimiento (o artículo revestido) tenga una emisividad normal ( $E_n$ ) no mayor que 0,08, más preferentemente no mayor que 0,06, y más preferentemente no mayor que 0,05 (antes y/o después del tratamiento térmico).  
15

Las diez capas (10) inferiores del revestimiento de la Figura 2 (y de los revestimientos de las Figuras 3-6) se discuten en la solicitud relacionada, y no se discuten del presente documento por razones de simplicidad. Véanse los grosores/materiales descritos en la solicitud relacionada a este respecto. El foco del presente documento radica en  
20 la provisión de las dos capas superiores en la realización de ejemplo de la Figura 2 que se proporcionan para aumentar la transmisión visible del artículo revestido y/o reducir la reflexión visible (reflexión lateral de vidrio y/o película). Con respecto a la realización de ejemplo de la Figura 2 en particular, se mostrará más adelante que el reemplazo de la capa de nitruro de silicio (véase la solicitud relacionada, o la Figura 1 del presente documento) con una capa de óxido de silicio (véase la Figura 2) da como resultado un aumento significativo de la transmisión visible.  
25 Esto es claramente beneficioso.

Al usar óxido de silicio (es decir, SiO<sub>2</sub> estequiométrico, o alternativamente una forma no estequiométrica) sobre la capa de óxido de estaño superior, el revestimiento (sistema de capas) puede estar caracterizado por la porción dieléctrica superior T que tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que la porción dieléctrica media M que, a su vez, tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica inferior B (véase la Figura 2). En otras palabras,  $n_T < n_M < n_B$ , en los que  $n_T$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica superior T,  $n_M$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica media M, y  $n_B$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica inferior B. Tal como se muestra en la Figura 2, cada una de las porciones dieléctricas superior, media e inferior T, M y B, respectivamente, pueden incluir una pluralidad de capas dieléctricas diferentes, aunque en realizaciones alternativas cualquiera o todas estas porciones necesitan solo una única capa dieléctrica. Al disminuir gradualmente los respectivos índices eficaces de refracción "n" desde la porción dieléctrica B más interna o inferior hasta la porción dieléctrica media M, y sobre la porción dieléctrica superior T hacia el aire, el sistema antirreflectante de la Figura 2 permite lograr una transmisión visible aumentada y/o una reflexión visible reducida. De manera sorprendente, tal como se mostrará más adelante en los Ejemplos de esta realización de ejemplo, el sistema antirreflectante también permite un color bastante neutro del artículo revestido. Además,  $n_T \leq 2,0$ . La capa de óxido de silicio puede ser de un grosor de aproximadamente 10-700 Å, más preferentemente de un grosor de 20-600 Å, y más preferentemente de un grosor de 50-500 Å.  
30  
35  
40

Tal como con todas las realizaciones del presente documento, las capas ilustradas se depositan/forman preferentemente mediante pulverización catódica (véanse los Ejemplos en la solicitud relacionada), aunque sin duda pueden usarse otras técnicas de deposición en las realizaciones alternativas de la presente invención.  
45

#### EJEMPLO/S DE LA REALIZACIÓN DE EJEMPLO DE LA FIGURA 2

50 Las siguientes Tablas ilustran los Ejemplos 1-7 de la realización de ejemplo de la Figura 2, que van a compararse con un/unos Ejemplo/s comparativo/s (CE) similar/es a la Figura 1 de la presente solicitud. De este modo, el CE se refiere a un revestimiento que es similar al ilustrado en la solicitud relacionada. Para estos ejemplos de simulación en las siguientes Tablas, se asumieron los siguientes índices de refracción a 550 nm: para vidrio,  $n=1,51$ ; para Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>,  $n=2,0$ ; para SiO<sub>x</sub>N<sub>y</sub>,  $n=1,72$ ; para SiO<sub>2</sub>,  $n=1,45$ ; para SnO<sub>2</sub>,  $n=2,0$ ; y para TiO<sub>2</sub>,  $n=2,57$ . Los grosores para cada una de las capas en la primera Tabla siguiente son en angstroms (Å). La segunda Tabla siguiente expone las características ópticas (por ejemplo, la transmisión visible, el color, etc.) para los Ejemplos y CE basados en estar recocidos y en forma monolítica. Todos los sustratos de vidrio eran los mismos con respecto al grosor y al color. Ningún ejemplo de simulación del presente documento se trató térmicamente. Además, todos los datos ópticos siguientes eran III. C, 2 grados.  
55  
60

Se observa que los Ejemplos comparativos (CE) del presente documento utilizaron capas de NiCrO<sub>x</sub> más oxidadas que los ejemplos en la solicitud relacionada (esto explica por qué los ejemplos comparativos del presente documento, en forma monolítica no tratada térmicamente, tienen una transmisión visible más elevada que los productos no tratados térmicamente monolíticos en la solicitud relacionada). Sin embargo, esta distinción no es relevante porque se asumió que todas las capas de NiCrO<sub>x</sub> del presente documento tenían la misma oxidación, de manera que las comparaciones del presente documento entre los CE y los Ejemplos sean coherentes de este modo.  
65

También se observa que se asumió que los índices para todos los Ag y NiCrO<sub>x</sub> eran los mismos para todas las dichas capas en los Ejemplos y los CE.

PRIMERA TABLA: ESTRUCTURA DE LA CAPA -grosores (Realización de ejemplo de la Figura 2)

Vidrio	CE	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7
TiO <sub>2</sub>	125 Å							
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	153 Å	157 Å	153 Å				
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å							
Ag	98 Å							
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å							
SnO <sub>2</sub>	672 Å	705 Å	724 Å	674 Å				
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å							
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å							
Ag	98 Å							
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å							
SnO <sub>2</sub>	227 Å	252 Å	314 Å	234 Å				
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	252 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å
SiO <sub>2</sub>	0 Å	550 Å	450 Å	400 Å	353 Å	460 Å	286 Å	435 Å

5

RENDIMIENTO ÓPTICO DE LA SEGUNDA TABLA (Realización de ejemplo de la Figura 2: monolítica)

	T <sub>vis</sub>	a* <sub>t</sub>	b* <sub>t</sub>	R <sub>lateral</sub> de vidrio (g)	a* <sub>g</sub>	b* <sub>g</sub>	R <sub>lateral</sub> de película (f)	a* <sub>f</sub>	b* <sub>f</sub>
Ej. 1	77,3 %	-2,8	2,1	4,5 %	7,9	-11,9	3,0 %	11,7	-18,2
Ej. 2	76,9 %	-1,9	0,8	4,5 %	5,3	-5,3	3,6 %	2,7	-7,8
Ej. 3	76,4 %	-0,2	-0,7	4,7 %	4,0	-2,5	4,1 %	-0,6	-4,5
Ej. 4	75,9 %	-1,1	0,2	5,0 %	1,9	0,6	4,8 %	-3,7	-2,2
Ej. 5	77,5 %	-2,6	1,9	4,6 %	8,2	-11,4	3,4 %	8,2	-12,5
Ej. 6	77,1 %	-2,4	1,0	4,8 %	10,2	-10,1	4,2 %	4,8	-2,6
Ej. 7	76,8 %	-1,8	0,7	4,6 %	5,2	-4,7	3,6 %	2,0	-5,3
CE:	75,5 %	-2,1	0,2	5,9 %	9,2	-10,6	5,2 %	3,2	-1,0

10 Puede observarse a partir de las anteriores Tablas con respecto a la realización de ejemplo de la Figura 2, que el sistema antirreflectante permite no solo mejores características de transmisión visible (es decir, % de transmisión aumentada T<sub>vis</sub>), sino también de reflexión reducida (por ejemplo, reflexión de lateral de vidrio y/o reflexión de lateral de película inferiores). Además, también se proporciona bastante color transmisivo neutro. En particular, cada uno de los Ejemplos 1-7 (véase la Figura 2) tenía mejor transmisión visible (T<sub>vis</sub> más elevada) y mejor reflexión lateral de vidrio y/o película (R<sub>g</sub> y/o R<sub>f</sub> inferior) que el Ejemplo comparativo (CE). Además, El Ejemplo 7 ilustra que los grosores de determinadas capas en la pila pueden ajustarse con el fin de lograr un color muy neutro (es decir, valores de a\* y/o b\* muy bajos), al tiempo que se alcanza una transmisión visible todavía más elevada.

15 La Figura 3 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo. La realización de la Figura 3 difiere de la realización de la Figura 2 en que las capas de óxido de estaño y de óxido de silicio superiores se reemplazan en la Figura 3 con una capa de oxinitruro de silicio. La realización de la Figura 3 difiere de la Figura 1 (es decir, del CE) en que las capas de óxido de estaño y de nitruro de silicio se reemplazan con una capa de oxinitruro de silicio. La capa de oxinitruro de silicio es beneficiosa porque su índice de refracción n (a 550 nm) puede variar de 1,45 a 2,0, más preferentemente de 1,6 a 1,9, y más preferentemente de 1,65 a 1,85, en diferentes realizaciones. El índice n de la capa de oxinitruro de silicio puede variar, por ejemplo, mediante el ajuste de los caudales de gas de nitrógeno usados durante la pulverización catódica de los mismos. La capa de oxinitruro de silicio puede tener un índice constante (o aproximadamente constante, es decir, más/menos constante de aproximadamente el 5 %) de refracción n a través de todo el grosor pero, alternativamente, puede estar graduada por oxidación y/o nitruro para tener un índice de refracción n que varíe a través del grosor de la capa (por ejemplo, el índice n puede disminuir gradualmente a través del grosor de la capa de oxinitruro de silicio que se mueve hacia el aire). El artículo revestido de la Figura 3 incluye a partir del sustrato de vidrio hacia fuera (todos los índices n a 550 nm):

vidrio (n=1,51)

óxido de titanio (por ejemplo, TiO<sub>2</sub>) (n=2,1 a 2,7)

nitruro de silicio (por ejemplo, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) (n=1,8 a 2,2, preferentemente n=2,0)

óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)

plata (Ag)

- óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )
- óxido de estaño (por ejemplo,  $\text{SnO}_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- 5    nitruro de silicio (por ejemplo,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )
- plata (Ag)
- 10    óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )
- oxinitruro de silicio (por ejemplo,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ) ( $n=1,45$ - $2,0$ , preferentemente  $n=1,6$ - $1,9$ )
- 15    aire ( $n=1,0$ )

Al usar oxinitruro de silicio sobre la capa de contacto superior, el sistema de capas puede estar caracterizado por la porción dieléctrica superior T que tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica media M que, a su vez, tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica inferior B. En otras palabras,  $n_T < n_M < n_B$ , en los que  $n_T$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica superior T,  $n_M$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica media M, y  $n_B$  es el índice eficaz de refracción de la porción dieléctrica inferior B. Tal como se muestra en la Figura 3, cada una de las porciones dieléctricas superior, media e inferior T, M y B, respectivamente, pueden incluir una pluralidad de capas dieléctricas diferentes, aunque en realizaciones alternativas cualquiera o todas estas porciones necesitan solo una única capa dieléctrica. Al disminuir gradualmente los respectivos índices eficaces de refracción "n" desde la porción dieléctrica B más interna o inferior hasta la porción dieléctrica media M, y sobre la porción dieléctrica superior T hacia el aire, el sistema antirreflectante de la Figura 3 permite que se logre una transmisión visible aumentada. El término "eficaz" significa el índice eficaz total  $n$  en una porción particular B, T o M, independientemente del número de capas dieléctricas que se proporcionen en la misma. El sistema antirreflectante también puede permitir bastante color neutro del artículo revestido en determinadas realizaciones de ejemplo. La capa de oxinitruro de silicio puede ser de un grosor de aproximadamente 10-900 Å, más preferentemente de un grosor de 20-600 Å, y más preferentemente de un grosor de 50-500 Å.

EJEMPLO/S DE LA REALIZACIÓN DE EJEMPLO DE LA FIGURA 3

Las siguientes Tablas ilustran el Ejemplo 1 de la realización de ejemplo de la Figura 3, comparado con un/unos Ejemplo/s comparativo/s (CE) similar/es a la Figura 1 de la presente solicitud. De este modo, el CE se refiere a un revestimiento que es similar al ilustrado en la solicitud relacionada. Para estos ejemplos de simulación en las siguientes Tablas, se asumieron los siguientes índices de refracción a 550 nm: para vidrio,  $n=1,51$ ; para  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $n=2,0$ ; para  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $n=1,72$ ; para  $\text{SiO}_2$ ,  $n=1,45$ ; para  $\text{SnO}_2$ ,  $n=2,0$ ; y para  $\text{TiO}_2$ ,  $n=2,57$ . Los grosores para cada una de las capas en la primera Tabla siguiente son en angstroms (Å). La segunda Tabla siguiente expone las características ópticas (por ejemplo, la transmisión visible, el color, etc.) para el Ejemplo 1 y el CE basados en estar recocidos y en forma monolítica.

PRIMERA TABLA: ESTRUCTURA DE LA CAPA -grosores (Realización de ejemplo de la Figura 3)

	CE	Ej. 1
Vidrio		
TiO <sub>2</sub>	125 Å	125 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	165 Å
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å	16 Å
SnO <sub>2</sub>	672 Å	672 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	165 Å
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å	16 Å
SnO <sub>2</sub>	227 Å	0 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	252 Å	0 Å
SiO <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	0 Å	566 Å

SEGUNDA TABLA: RENDIMIENTO ÓPTICO (Realización de ejemplo de la Figura 3; monolítica)

	T <sub>vis</sub>	a* <sub>t</sub>	b* <sub>t</sub>	R <sub>lateral</sub> de vidrio (g)	a* <sub>g</sub>	b* <sub>g</sub>	R <sub>lateral</sub> de película (f)	a* <sub>f</sub>	b* <sub>f</sub>
Ej. 1:	77,1 %	-2,4	1,6	4,4 %	7,8-11,4	3,1 %	8,1-13,9		
CE:	75,5 %	-2,10,2		5,9 %	9,2-10,6	5,2 %	3,2 -1,0		

Puede observarse a partir de las anteriores Tablas con respecto a la realización de ejemplo de la Figura 3, que el

5 sistema antirreflectante permite no solo mejores características de transmisión visible (es decir, % de transmisión visible aumentada  $T_{vis}$ ), sino también de reflexión reducida (por ejemplo, reflexión visible de lateral de vidrio y/o reflexión de lateral de película inferiores). En particular, el Ejemplo 1 (véase la Figura 3) tenía mejor transmisión visible ( $T_{vis}$  más elevada) y mejor reflexión lateral de vidrio y/o película ( $R_g$  y/o  $R_f$  inferior) que el Ejemplo comparativo (CE - véase la Figura 1).

10 La Figura 4 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo. La realización de la Figura 4 difiere de la realización de la Figura 2 en que la capa de óxido de silicio se reemplaza en la Figura 4 con una capa de oxinitruro de silicio. La realización de la Figura 4 difiere de la Figura 1 (es decir, del CE) en que la capa de nitruro de silicio se reemplaza con una capa de oxinitruro de silicio. La capa de oxinitruro de silicio es beneficiosa porque su índice de refracción  $n$  (a 550 nm) puede variar de 1,45 a 2,0, más preferentemente de 1,6 a 1,9, y más preferentemente de 1,65 a 1,85. En esta y todas las demás realizaciones inclusivas de oxinitruro de silicio del presente documento, la capa de oxinitruro de silicio puede tener un índice constante (o aproximadamente constante, es decir, más/menos constante de aproximadamente el 5 %) de refracción  $n$  a través de todo el grosor pero, alternativamente, puede estar graduada por oxidación y/o nitruro para tener un índice de refracción  $n$  que varíe a través del grosor de la capa (por ejemplo, el índice  $n$  puede disminuir gradualmente a través del grosor de la capa de oxinitruro de silicio que se mueve hacia el aire). El artículo revestido de la Figura 4 incluye a partir del sustrato de vidrio hacia fuera (todos los índices  $n$  a 550 nm):

- 20 vidrio ( $n=1,51$ )
- óxido de titanio (por ejemplo,  $TiO_2$ ) ( $n=2,1$  a  $2,7$ )
- nitruro de silicio (por ejemplo,  $Si_3N_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- 25 óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )
- plata (Ag)
- 30 óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )
- óxido de estaño (por ejemplo,  $SnO_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- 35 nitruro de silicio (por ejemplo,  $Si_3N_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )
- plata (Ag)
- 40 óxido de níquel-cromo ( $NiCrO_x$ )
- óxido de estaño (por ejemplo,  $SnO_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- 45 oxinitruro de silicio (por ejemplo,  $SiO_xN_y$ ) ( $n=1,45-2,0$ , preferentemente  $n=1,6-1,9$ )
- aire ( $n=1,0$ )

50 Al usar oxinitruro de silicio sobre la capa de óxido de estaño superior y sobre la capa de contacto superior, el sistema de capas puede estar caracterizado por la porción dieléctrica superior T que tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica media M que, a su vez, tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica inferior B. En otras palabras,  $n_T < n_M < n_B$ . Las capas de oxinitruro de silicio y de óxido de estaño pueden tener los grosores que se han discutido anteriormente.

#### EJEMPLO/S DE LA REALIZACIÓN DE LA FIGURA 4

55 Las siguientes Tablas ilustran los Ejemplos 1-5 de la realización de la Figura 4, comparados con un/unos Ejemplo/s comparativo/s (CE) similar/es a la Figura 1 de la presente solicitud. De este modo, el CE se refiere a un revestimiento que es similar al ilustrado en la solicitud relacionada. Para estos ejemplos de simulación en las siguientes Tablas, se asumieron los siguientes índices de refracción a 550 nm: para vidrio,  $n=1,51$ ; para  $Si_3N_4$ ,  $n=2,0$ ; para  $SiO_xN_y$ ,  $n=1,72$ ; para  $SiO_2$ ,  $n=1,45$ ; para  $SnO_2$ ,  $n=2,0$ ; y para  $TiO_2$ ,  $n=2,57$ . Los grosores para cada una de las capas en la primera Tabla siguiente son en angstroms (Å). La segunda Tabla siguiente expone las características ópticas (por ejemplo, la transmisión visible, el color, etc.) para los Ejemplos y CE basados en estar recocidos y en forma monolítica.

60

PRIMERA TABLA: ESTRUCTURA DE LA CAPA -grosos (Realización de la Figura 4)

	CE	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5
Vidrio						
TiO <sub>2</sub>	125 Å					
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	165 Å	165 Å	165 Å	133 Å	158 Å
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å					
Ag	98 Å					
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å					
SnO <sub>2</sub>	672 Å	672 Å	672 Å	731 Å	708 Å	671 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å					
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å					
Ag	98 Å					
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å					
SnO <sub>2</sub>	227 Å	227 Å	227 Å	262 Å	217 Å	110 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	252 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å	0 Å
SiO <sub>x</sub> N <sub>y</sub>	0 Å	350 Å	298 Å	246 Å	315 Å	409 Å

SEGUNDA TABLA: RENDIMIENTO ÓPTICO (Realización de ejemplo de la Figura 4; monolítica)

	T <sub>vis</sub>	a* <sub>t</sub>	b* <sub>t</sub>	R <sub>lateral</sub> de vidrio (g)	a* <sub>g</sub>	b* <sub>g</sub>	R <sub>lateral</sub> de película (f)	a* <sub>f</sub>	b* <sub>f</sub>
Ej. 1	76,6 %	-2,2	0,6	4,9 %	8,6	-9,4	3,8 %	5,0	-4,3
Ej. 2	76,3 %	-1,5	-0,2	4,9 %	6,1	-4,0	4,1 %	-1,1	2,2
Ej. 3	77,0 %	-2,5	1,2	4,8 %	11,2	-11,1	4,4 %	5,1	-2,6
Ej. 4	76,9 %	-2,3	1,0	4,8 %	9,7	-10,1	3,9 %	5,2	-1,8
Ej. 5	76,4 %	-1,5	0,3	4,7 %	4,7	-3,3	3,9 %	-0,5	-2,0
CE:	75,5 %	-2,1	0,2	5,9 %	9,2	-10,6	5,2 %	3,2	-1,0

- 5 Puede observarse a partir de las anteriores Tablas con respecto a la realización de ejemplo de la Figura 4, que el sistema antirreflectante permite no solo mejores características de transmisión visible (es decir, % de transmisión visible aumentada T<sub>vis</sub>), sino también de reflexión reducida (por ejemplo, reflexión visible de lateral de vidrio y/o reflexión de lateral de película inferiores). Además, también puede proporcionarse bastante color neutro. En particular, los Ejemplos 1-5 (véase la Figura 4) tenían mejor transmisión visible (T<sub>vis</sub> más elevada) y mejor reflexión visible lateral de vidrio y/o película (R<sub>g</sub> y/o R<sub>f</sub> inferior) que el Ejemplo comparativo (CE - véase la Figura 1).

15 La Figura 5 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según otra realización de ejemplo. La porción dieléctrica superior T incluye una capa de nitruro de silicio (estequiométrico o no estequiométrico, tal como en todas las realizaciones) y una capa de óxido de silicio (estequiométrico o no estequiométrico, tal como en todas las realizaciones) en esta realización. El artículo revestido de la Figura 5 incluye a partir del sustrato de vidrio hacia fuera (todos los índices n a 550 nm):

- vidrio (n=1,51)
- 20 óxido de titanio (por ejemplo, TiO<sub>2</sub>) (n=2,1 a 2,7)
- nitruro de silicio (por ejemplo, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) (n=1,8 a 2,2, preferentemente n=2,0)
- óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)
- 25 plata (Ag)
- óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)
- 30 óxido de estaño (por ejemplo, SnO<sub>2</sub>) (n=1,8 a 2,2, preferentemente n=2,0)
- nitruro de silicio (por ejemplo, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) (n=1,8 a 2,2, preferentemente n=2,0)
- óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)
- 35 plata (Ag)
- óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)
- 40 nitruro de silicio (por ejemplo, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) (n=1,8 a 2,2, preferentemente n=2,0)
- óxido de silicio (por ejemplo, SiO<sub>2</sub>) (n=1,4 a 1,7, preferentemente n=1,45)

aire ( $n=1,0$ )

Al usar óxido de silicio y nitruro de silicio sobre la capa de contacto superior, el revestimiento (sistema de capas) puede estar caracterizado por la porción dieléctrica superior T que tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica media M que, a su vez, tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica inferior B. En otras palabras,  $n_T < n_M < n_B$ . Las capas de óxido de silicio y nitruro de silicio pueden tener los grosores que se han discutido anteriormente. La realización de ejemplo de la Figura 5 también es ventajosa por que la capa de óxido de silicio y la capa de nitruro de silicio superior pueden pulverizarse catódicamente desde la misma diana de Si, o desde el mismo tipo de diana de Si, con la diferencia en la pulverización catódica que comprende una diferencia en el caudal de gas (es decir, gas de oxígeno frente a gas de nitrógeno).

EJEMPLO/S DE LA REALIZACIÓN DE EJEMPLO DE LA FIGURA 5

Las siguientes Tablas ilustran el Ejemplo 1 de la realización de ejemplo de la Figura 5, comparado con un/unos Ejemplo/s comparativo/s (CE) similar/es a la Figura 1 de la presente solicitud. De este modo, el CE se refiere a un revestimiento que es similar al ilustrado en la solicitud relacionada. Para estos ejemplos de simulación en las siguientes Tablas, se asumieron los siguientes índices de refracción a 550 nm: para vidrio,  $n=1,51$ ; para  $Si_3N_4$ ,  $n=2,0$ ; para  $SiO_xN_y$ ,  $n=1,72$ ; para  $SiO_2$ ,  $n=1,45$ ; para  $SnO_2$ ,  $n=2,0$ ; y para  $TiO_2$ ,  $n=2,57$ . Los grosores para cada una de las capas en la primera Tabla siguiente son en angstroms (Å). La segunda Tabla siguiente expone las características ópticas (por ejemplo, la transmisión visible, el color, etc.) para el Ejemplo y CE basados en estar recocidos y en forma monolítica.

PRIMERA TABLA: ESTRUCTURA DE LA CAPA -grosores (Realización de ejemplo de la Figura 5)

Vidrio	CE	Ej. 1
TiO <sub>2</sub>	125 Å	125 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	152 Å
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å	16 Å
SnO <sub>2</sub>	672 Å	707 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	165 Å	165 Å
NiCrO <sub>x</sub>	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
NiCrO <sub>x</sub>	16 Å	16 Å
SnO <sub>2</sub>	227 Å	0 Å
Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub>	252 Å	253 Å
SiO <sub>2</sub>	0 Å	457 Å

SEGUNDA TABLA: RENDIMIENTO ÓPTICO (Realización de ejemplo de la Figura 5; monolítica)

	T <sub>vis</sub>	a* <sub>t</sub>	b* <sub>t</sub>	R <sub>lateral</sub> de vidrio (g)	a* <sub>g</sub>	b* <sub>g</sub>	R <sub>lateral</sub> de película (f)	a* <sub>f</sub>	b* <sub>f</sub>
Ej. 1:	77,4 %	-2,6	1,9	4,6 %	8,4	-11,5	3,5 %	8,8	-12,8
CE:	75,5 %	-2,1	0,2	5,9 %	9,2	-10,6	5,2 %	3,2	-1,0

Puede observarse a partir de las anteriores Tablas con respecto a la realización de ejemplo de la Figura 5, que el sistema antirreflejante permite no solo mejores características de transmisión visible (es decir, % de transmisión visible aumentada T<sub>vis</sub>), sino también de reflexión visible reducida (por ejemplo, reflexión visible de lateral de vidrio y/o reflexión de lateral de película inferiores). También se proporciona bastante color neutro. El Ejemplo 1 (véase la Figura 5) tiene mejor transmisión visible (T<sub>vis</sub> más elevada) y mejor reflexión lateral de vidrio y/o película (R<sub>g</sub> y/o R<sub>f</sub> inferior) que el Ejemplo comparativo (CE - véase la Figura 1).

La Figura 6 es una vista en sección transversal de un artículo revestido según una realización de la presente invención. El área dieléctrica superior incluye una capa de nitruro de silicio (estequiométrico o no estequiométrico) y una capa de oxinitruro de silicio en esta realización. El artículo revestido de la Figura 6 incluye a partir del sustrato de vidrio hacia fuera (todos los índices  $n$  a 550 nm):

- 40 vidrio ( $n=1,51$ )
- óxido de titanio (por ejemplo, TiO<sub>2</sub>) ( $n=2,1$  a  $2,7$ )
- nitruro de silicio (por ejemplo, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )
- 45 óxido de níquel-cromo (NiCrO<sub>x</sub>)
- plata (Ag)

óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )

óxido de estaño (por ejemplo,  $\text{SnO}_2$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

5 nitruro de silicio (por ejemplo,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )

plata (Ag)

10

óxido de níquel-cromo ( $\text{NiCrO}_x$ )

nitruro de silicio (por ejemplo,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) ( $n=1,8$  a  $2,2$ , preferentemente  $n=2,0$ )

15 oxinitruro de silicio (por ejemplo,  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ) ( $n=1,45$ - $2,0$ , preferentemente  $n=1,6$ - $1,9$ )

aire ( $n=1,0$ )

20 Al usar oxinitruro de silicio y nitruro de silicio sobre la capa de contacto superior, el revestimiento (sistema de capas) puede estar caracterizado por la porción dieléctrica superior T que tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica media M que, a su vez, tiene un índice eficaz de refracción  $n$  menor que el de la porción dieléctrica inferior B. En otras palabras,  $n_T < n_M < n_B$ . Las capas de óxido de silicio y nitruro de silicio pueden tener los grosores que se han discutido anteriormente.

25 EJEMPLO/S DE LA REALIZACIÓN DE LA FIGURA 6

Las siguientes Tablas ilustran el Ejemplo 1 de la realización de la Figura 6, comparado con un/unos Ejemplo/s comparativo/s (CE) similar/es a la Figura 1 de la presente solicitud. De este modo, el CE se refiere a un revestimiento que es similar al ilustrado en la solicitud relacionada. Para estos ejemplos de simulación en las siguientes Tablas, se asumieron los siguientes índices de refracción a 550 nm: para vidrio,  $n=1,51$ ; para  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $n=2,0$ ; para  $\text{SiO}_x\text{N}_y$ ,  $n=1,72$ ; para  $\text{SiO}_2$ ,  $n=1,45$ ; para  $\text{SnO}_2$ ,  $n=2,0$ ; y para  $\text{TiO}_2$ ,  $n=2,57$ . Los grosores para cada una de las capas en la primera Tabla siguiente son en angstroms (Å). La segunda Tabla siguiente expone las características ópticas (por ejemplo, la transmisión visible, el color, etc.) para los Ejemplos basados en estar recocidos y en forma monolítica.

35

PRIMERA TABLA: ESTRUCTURA DE LA CAPA - grosores (Realización de la Figura 6)

	CE	Ej. 1
Vidrio		
$\text{TiO}_2$	125 Å	125 Å
$\text{Si}_3\text{N}_4$	165 Å	154 Å
$\text{NiCrO}_x$	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
$\text{NiCrO}_x$	16 Å	16 Å
$\text{SnO}_2$	672 Å	722 Å
$\text{Si}_3\text{N}_4$	165 Å	165 Å
$\text{NiCrO}_x$	18 Å	18 Å
Ag	98 Å	98 Å
$\text{NiCrO}_x$	16 Å	16 Å
$\text{SnO}_2$	227 Å	0 Å
$\text{Si}_3\text{N}_4$	252 Å	198 Å
$\text{SiO}_x\text{N}_y$	0 Å	336 Å

SEGUNDA TABLA: RENDIMIENTO ÓPTICO (Realización de la Figura 6; monolítica)

	$T_{\text{vis}}$	$a^*_t$	$b^*_t$	$R_{\text{lateral de vidrio (g)}}$	$a^*_g$	$b^*_g$	$R_{\text{lateral de película (f)}}$	$a^*_f$	$b^*_f$
Ej. 1:	77,0 %	-2,5	1,3	4,7 %	10,2	-10,1	4,0 %	6,4	-5,4
CE:	75,5 %	-2,1	0,2	5,9 %	9,2	-10,6	5,2 %	3,2	-1,0

40 Puede observarse a partir de las anteriores Tablas con respecto a la realización de la Figura 6 de la presente invención, que el sistema antirreflectante de la presente invención permite no solo mejores características de transmisión visible (es decir, % de transmisión visible aumentada  $T_{\text{vis}}$ ), sino también de reflexión visible reducida (por ejemplo, reflexión visible de lateral de vidrio y/o reflexión de lateral de película inferiores). Además, también se proporciona color neutro. El Ejemplo 1 (véase la Figura 6) tiene mejor transmisión visible ( $T_{\text{vis}}$  más elevada) y mejor reflexión lateral de vidrio y/o película ( $R_g$  y/o  $R_f$  inferior) que el Ejemplo comparativo (CE - véase la Figura 1).

45

Por consiguiente, los artículos revestidos de las realizaciones de la presente invención están caracterizados por uno

# ES 2 622 447 T3

o más de los siguientes parámetros:

Característicos	Generales	Más preferidos	Los más preferidos
$T_{vis}$ (III. C, 2 grados):	$\geq 70 \%$	$\geq 75 \%$	$\geq 76,5 \%$
$R_g Y$ (III. C, 2 grados):	$\leq 11 \%$	$\leq 9 \%$	$\leq 5,0 \%$
$R_f Y$ (III. C; 2 grados):	$\leq 11 \%$	$\leq 9 \%$	$\leq 5,0 \%$
$T_{solar}$	$\leq 50\%$	$\leq 48\%$	

## REIVINDICACIONES

1. Un artículo revestido que incluye un revestimiento soportado por un sustrato de vidrio, comprendiendo el revestimiento:
- 5 primera y segunda capas reflectantes de infrarrojo (IR) que comprenden plata (Ag), por lo que la primera capa reflectante de IR está más cerca del sustrato de vidrio que la segunda capa reflectante de IR;  
una primera capa dieléctrica que tiene un índice de refracción  $n \leq 3,0$  proporcionada entre la primera capa reflectante de IR y el sustrato de vidrio;
- 10 una segunda capa dieléctrica que tiene un índice de refracción  $1,8 \leq n \leq 2,2$  proporcionada entre la primera y la segunda capas reflectantes de IR, en donde la segunda capa dieléctrica tiene un índice de refracción  $n$  menor que el índice de refracción  $n$  de la primera capa dieléctrica;  
una tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio proporcionada sobre la primera y la segunda capas reflectantes de IR, comprendiendo dicha tercera capa dieléctrica oxinitruro de silicio que tiene un índice de refracción  $n$  menor que el índice de refracción  $n$  de la segunda capa dieléctrica;
- 15 en donde el artículo revestido tiene una transmisión visible de al menos el 70 %, preferentemente de al menos el 76,5 %, y  
en donde el artículo revestido comprende además otra capa dieléctrica que comprende nitruro de silicio proporcionada entre la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio y la segunda capa reflectante de IR.
- 20 2. El artículo revestido de la reivindicación 1, en el que la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio tiene un índice de refracción de  $1,45 \leq n \leq 2,0$ , preferentemente de  $1,6 \leq n \leq 1,9$ .
- 25 3. El artículo revestido de la reivindicación 1, en el que cada una de las capas reflectantes de IR primera y segunda que comprende Ag se intercala entre, y está en contacto con, un par de capas de contacto, y en el que al menos una de las capas de contacto adyacentes a cada capa reflectante de IR comprende al menos uno de NiCr, NiCrO<sub>x</sub> y NiCrN<sub>x</sub>.
- 30 4. El artículo revestido de la reivindicación 1, en el que la primera capa dieléctrica comprende óxido de titanio.
5. El artículo revestido de la reivindicación 4, que comprende además una capa que comprende nitruro de silicio ubicada entre la primera capa reflectante de IR y la primera capa dieléctrica que comprende óxido de titanio.
- 35 6. El artículo revestido de la reivindicación 1, en el que la segunda capa dieléctrica comprende óxido de estaño.
7. El artículo revestido de la reivindicación 6, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende nitruro de silicio proporcionada entre la primera capa reflectante de IR y la segunda capa dieléctrica que comprende óxido de estaño.
- 40 8. El artículo revestido de la reivindicación 1, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende óxido de estaño proporcionada entre la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio y la segunda capa reflectante de IR.
- 45 9. El artículo revestido de la reivindicación 1, en donde el artículo revestido está **caracterizado por** una transmisión visible de al menos el 75 %, una resistencia de lámina (Rs) no mayor de 10 ohmios/cuadrado y una reflectancia visible del lateral de vidrio  $\leq 9$  %.
- 50 10. El artículo revestido de la reivindicación 1, en el que el revestimiento comprende, a partir del sustrato de vidrio hacia fuera:
- una primera capa dieléctrica que comprende óxido de titanio;  
una primera capa de contacto que comprende al menos uno de NiCr, NiCrO<sub>x</sub> y NiCrN<sub>x</sub>;  
una primera capa reflectante de IR que comprende Ag;
- 55 una segunda capa de contacto que comprende al menos uno de NiCr, NiCrO<sub>x</sub> y NiCrN<sub>x</sub>;  
una segunda capa dieléctrica que comprende óxido de estaño;  
una tercera capa de contacto que comprende al menos uno de NiCr, NiCrO<sub>x</sub> y NiCrN<sub>x</sub>;  
una segunda capa reflectante de IR que comprende Ag;  
una cuarta capa de contacto que comprende al menos uno de NiCr, NiCrO<sub>x</sub> y NiCrN<sub>x</sub>;
- 60 una tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio; y  
en donde el artículo revestido tiene una resistencia de lámina (Rs) no mayor de 10 ohmios/cuadrado.
11. Una unidad de ventana o una ventana de vidrio aislante (IG) que comprende el artículo revestido de las reivindicaciones 1 o 10.
- 65 12. El artículo revestido de la reivindicación 10, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende nitruro

de silicio proporcionada entre, y en contacto con, la primera capa dieléctrica que comprende óxido de titanio y la primera capa de contacto.

5 13. El artículo revestido de la reivindicación 10, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende nitruro de silicio proporcionada entre la segunda capa dieléctrica que comprende óxido de estaño y la tercera capa de contacto.

10 14. El artículo revestido de la reivindicación 10, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende óxido de estaño proporcionada entre, y en contacto con, la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio y la cuarta capa de contacto.

15 15. El artículo revestido de la reivindicación 10, que comprende además otra capa dieléctrica que comprende nitruro de silicio proporcionada entre la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio y la cuarta capa de contacto.

20 16. El artículo revestido de las reivindicaciones 1 o 10, en el que la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio es al menos una graduada por oxidación y graduada por nitrógeno, de manera que un índice de refracción  $n$  de la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio cambia desde un primer valor en una primera porción de la tercera capa dieléctrica hasta un segundo valor más pequeño en una segunda porción de la tercera capa dieléctrica, en donde la segunda porción de la tercera capa dieléctrica que comprende oxinitruro de silicio con el índice más pequeño de refracción  $n$  está más alejada de las capas reflectantes de IR que la primera porción de la tercera capa dieléctrica.

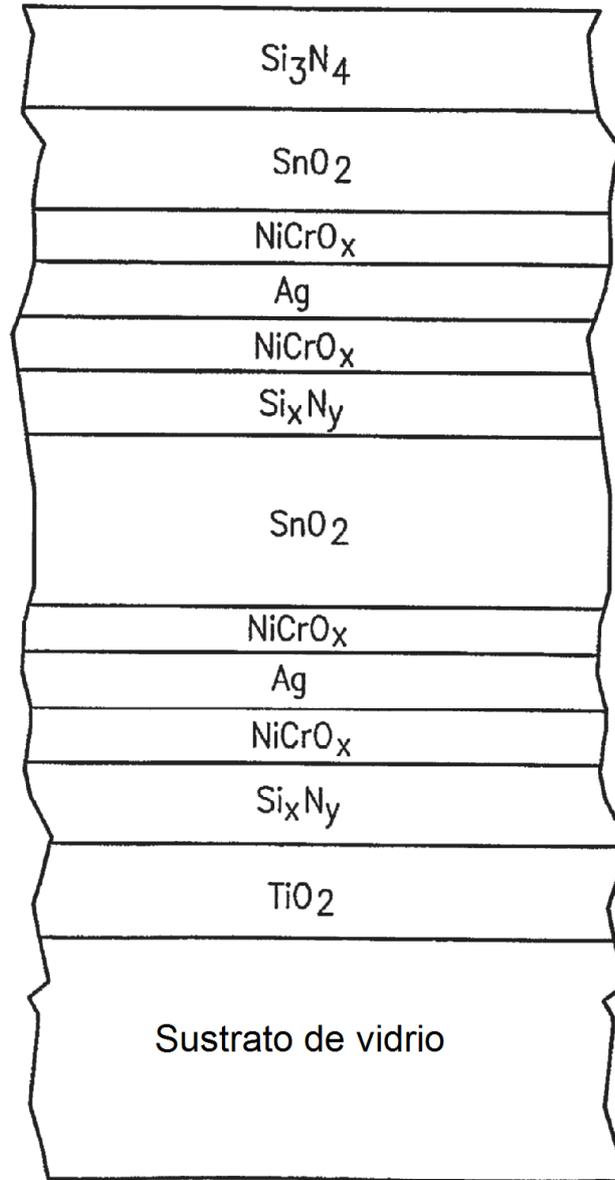


FIG. 1

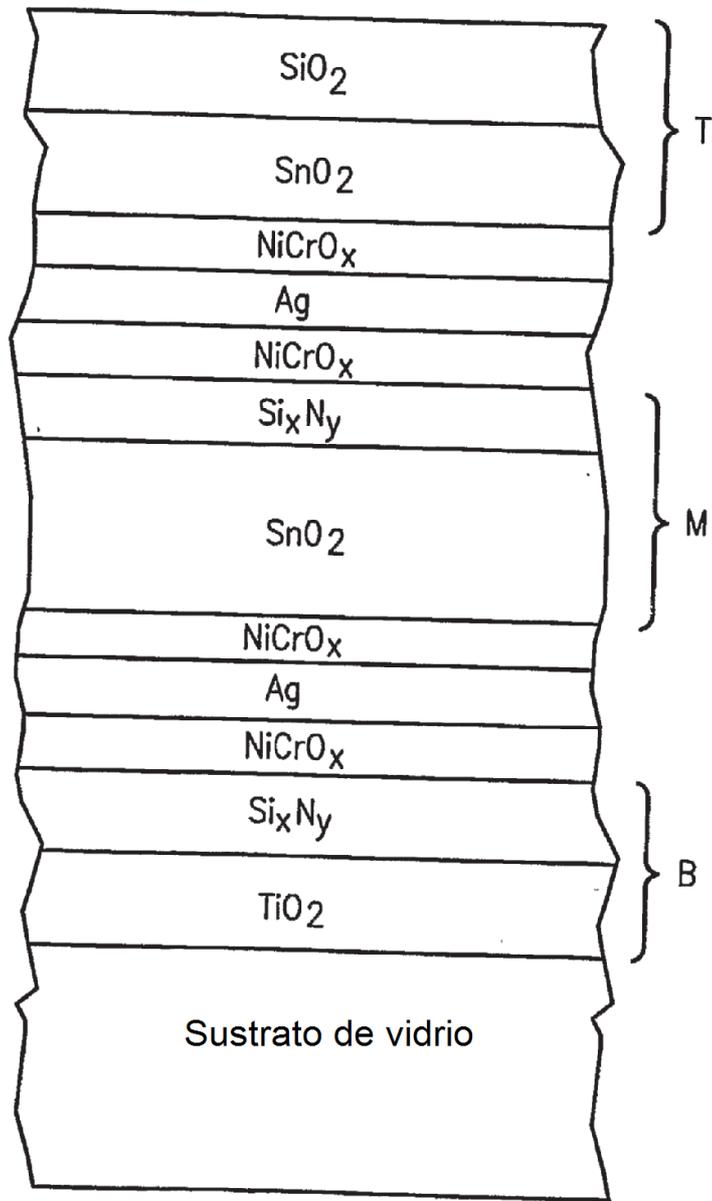


FIG. 2

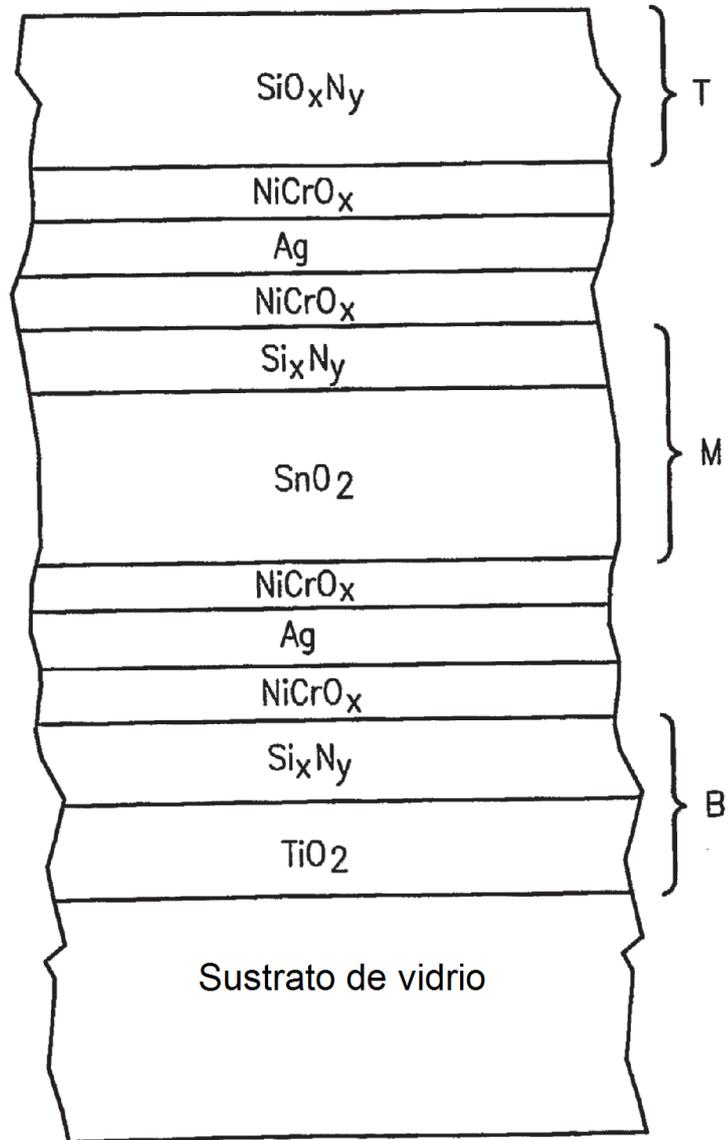


FIG. 3

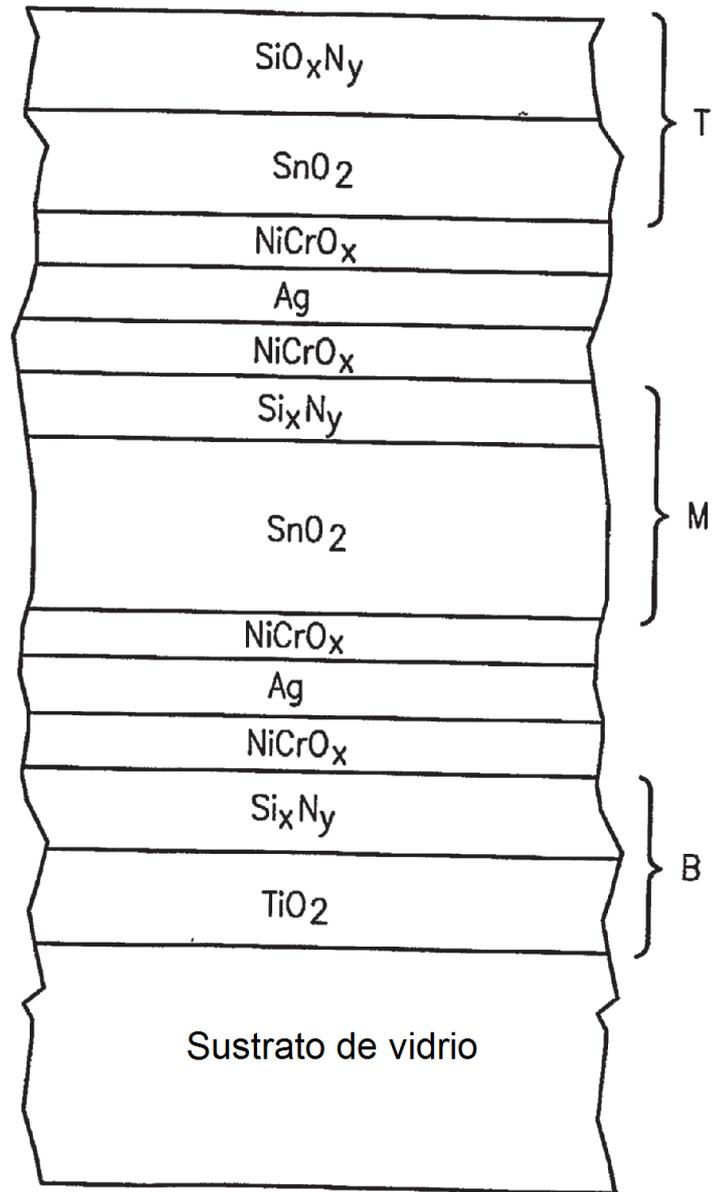


FIG. 4

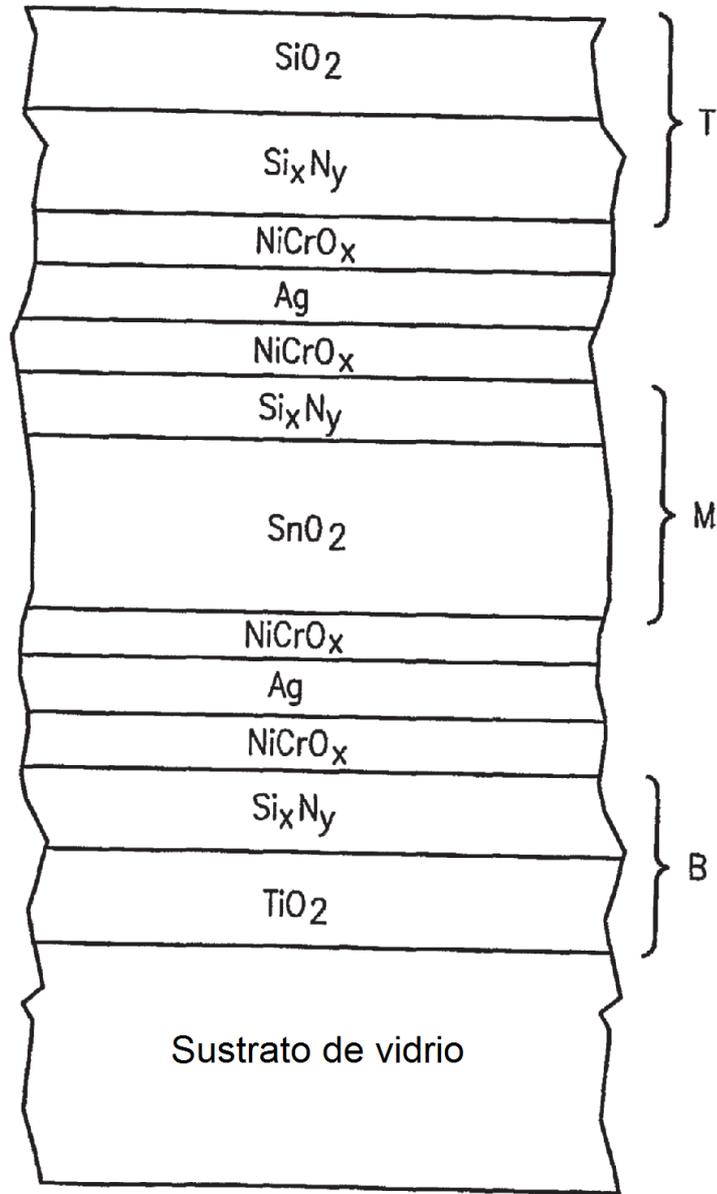


FIG. 5

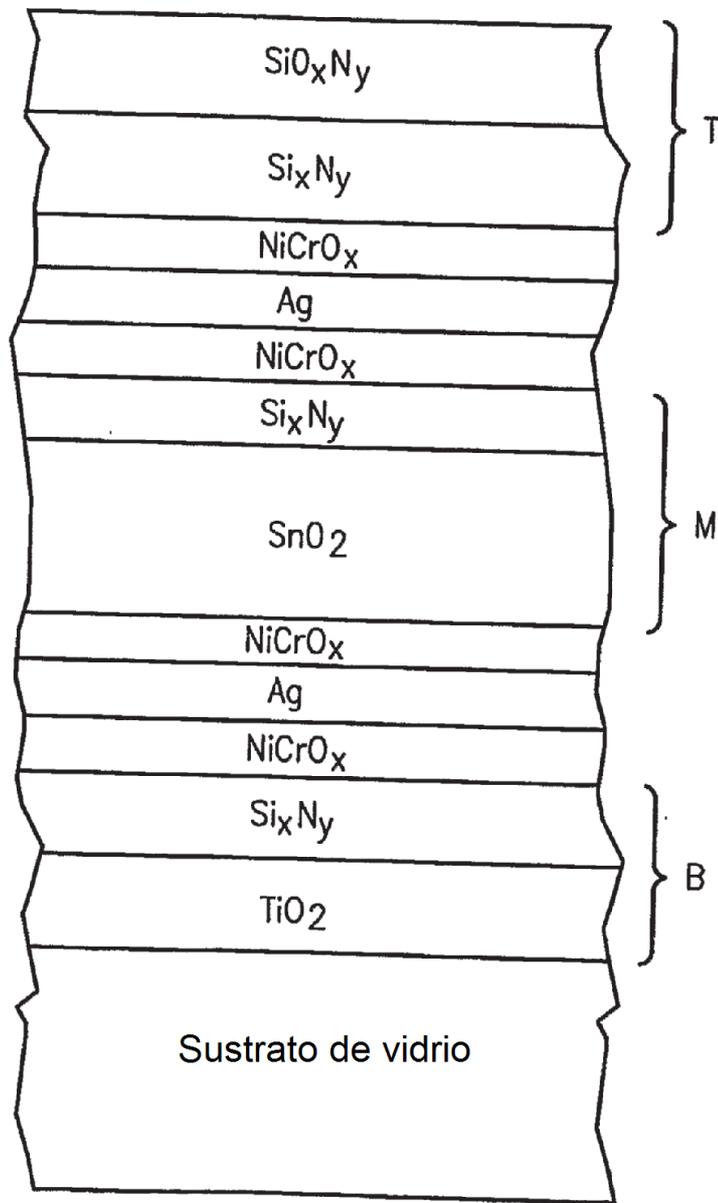


FIG. 6