

ARTÍCULOS DE VIDRIO PARA CONTROL SOLAR

Campo de la técnica

La presente divulgación se refiere, en general, a un artículo de vidrio recubierto y, más específicamente, a un artículo de vidrio para el control solar templable que tiene un reflejo externo de color rosado o cobre.

Antecedentes

El vidrio de control solar tiene un papel crucial en el futuro de la construcción, ya que las temperaturas externas continuarán subiendo y también lo harán las expectativas de comodidad. Los edificios residenciales y no residenciales que utilizan más energía de la necesaria para mantenerse frescos son una fuente principal de emisiones de CO₂ innecesarias. La necesidad más urgente es reducir el CO₂ innecesario y el vidrio para el control solar representa una buena noticia sobre este tema. Los recubrimientos delgados de varias capas microscópicamente diseñados para producir dicho vidrio para el control solar son conocidos entre los especialistas.

La combinación de color de dicho artículo de vidrio recubierto para el control solar (antes del tratamiento con calor frente a después del tratamiento con calor) también es una necesidad urgente, para lo que se producen grandes cantidades del artículo de vidrio, que se corta en los tamaños deseados y se los temple para lograr seguridad. En tales casos a veces es deseable que los artículos templados coincidan con sus contrapartes no templadas respecto del color, la reflectancia, la transmitancia, etc., a los fines arquitectónicos y estéticos.

Los recubrimientos para el control solar que comprenden una pila de capas de vidrio/Si₃N₄/NiCr/Si₃N₄ son conocidas en la técnica, en las cuales, la capa metálica de NiCr es la única capa reflectante de infrarrojos (IR) del recubrimiento. En ciertas instancias, la capa de NiCr reflectante de IR puede estar nitrurada. Si bien tales pilas de capas proporcionan un control solar eficiente y valores bajos de ΔE^* (mejor combinación de color), nunca se ha

trabajado antes con el color del reflejo obtenido por tales pilas de capas. Por ejemplo, un recubrimiento para control solar conocido que tiene una pila de capas de vidrio/Si₃N₄/NiCrN/Si₃N₄ tiene un valor externo a* en un rango entre -8 a +2; y un valor b* en un rango de entre -2 a +8. Esto implica que un artículo de vidrio con la pila de capas para control solar que se mencionó anteriormente tendría un reflejo externo neutro de color verde o amarillo verdoso.

La referencia a la patente número 6926967 de los EE. UU. describe un artículo recubierto templable, en el que el NiCrN actúa como la capa de reflejo de IR. Si bien la invención se refiere a lograr aproximadamente las mismas características de color que las que ve el ojo humano antes y después del tratamiento con calor, el color del reflejo externo obtenido en los artículos recubiertos no se divulga explícitamente. El artículo de vidrio recubierto con el recubrimiento para el control solar tiene un valor del lado a* del vidrio externo que oscila entre 0 y -2,5 y un valor b* que oscila entre 0 y 3; y un valor a* de transmisión que oscila entre 0 a 2 y un valor b* que oscila entre -3 y -9. Los ejemplos descritos en la patente, en cambio, divulgan el cambio de color (ΔE^*) después del tratamiento con calor. Sin embargo, un artículo de vidrio que tiene un valor externo a* y b* igual a 0 exhibirían un color neutral y un artículo de vidrio que tiene un valor externo a* y b* igual a -2,5 y 3, respectivamente, exhibirían un color amarillo verdoso suave.

En referencia a la publicación de PCT número 2017144828 de propiedad del cesionario de la presente divulgación, se refiere a un vidriado laminado proporcionado por una pila de capas delgadas para el control solar, que comprende Si₃N₄/NiCrN/Si₃N₄ en capas sobre la superficie del vidrio. Se informa que el vidriado tiene una reflectancia neutral para no causar ningún inconveniente a los usuarios.

Independientemente de todas las experiencias pasadas y de las tecnologías de la que se dispone para producir artículos para control solar, se ha descubierto que, a pesar de que estos artículos recubiertos son eficaces

para el control solar tienen mejor combinación de color, nunca se trabajó con la pila de capas para que tuviera distintos colores de reflejo. Por lo tanto, hay oportunidad de obtener un reflejo de un color diferente y, al mismo tiempo, mantener sus propiedades de control solar y bajo valor de ΔE^* . Por ejemplo, la mayoría de los artículos de vidrio para control solar disponibles en la actualidad en el mercado tienen un reflejo externo neutro o de color amarillo verdoso. Un estudio sobre las tendencias de marketing emergentes reveló que este color neutral/verdoso no es del gusto de todos y puede no ser adecuado para todo tipo de edificio. Dado que estos artículos para control solar son generalmente más costosos que sus contrapartes comunes, se hace más importante asegurar que el costo extra se justifica por varias características combinadas de los artículos recubiertos.

Asimismo, se ha descubierto que el color del reflejo interno y externo de estos artículos recubiertos se puede mejorar si se trabaja en las capas dieléctricas de la pila de capas de control solar. El reflejo externo de los artículos recubiertos para control solar puede variarse si se modifica el grosor del recubrimiento de las capas de Si_3N_4 de la pila de capas de control solar, que desafortunadamente resultan en interferencias no deseadas en el recubrimiento de varias capas.

La presente divulgación se refiere a un artículo de vidrio para control solar templable que comprende una pila de varias capas delgadas, que comprende una capa funcional de nitruro de aleación entre dos capas dieléctricas transparentes proporcionadas en un lado de un sustrato transparente. El grosor de la capa funcional de nitruro de aleación y la capa dieléctrica está diseñado de tal manera que le brinda un aspecto externo de color rosa o cobre en el lado opuesto del sustrato transparente y, al mismo tiempo, retiene sus propiedades de control solar y un bajo valor de ΔE^* , sin interferencias indebidas con las demás propiedades de la pila de varias capas. Por lo tanto, estos recubrimientos pueden bloquear parte del espectro solar con

mucha eficiencia, además de tener un aspecto de color rosa o cobre desde el exterior del edificio. También se pueden utilizar los artículos recubiertos como artículos tratados con calor o sin tratamiento con calor y cuando se los trata con calor exhiben una gran combinación de color con su contraparte no templables. La transmisión de la luz del exterior al interior de un edificio al que se le incorporan estos artículos de vidrio templables para control solar también disminuye y, por lo tanto, reduce el reflejo para los ocupantes del edificio.

Sumario de la divulgación

En un aspecto de la presente divulgación, un artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo desde el lado del vidrio de color rosa o cobre, que comprende un sustrato transparente que tiene una primera superficie con un recubrimiento de varias capas delgadas. El recubrimiento de varias capas comprende una o más capas funcionales de nitruro de aleación de níquel o niobio, cada una entre dos capas dieléctricas transparentes. El grosor de la capa dieléctrica proporcionada sobre la capa funcional es mayor que 100 nm y menor que 160 nm y el grosor de la capa dieléctrica proporcionada sobre el sustrato transparente es mayor que 10 nm y menor que 40 nm.

Otras características y aspectos de esta divulgación serán evidentes a partir de la siguiente descripción y las figuras que acompañan.

Breve descripción de las figuras

Las realizaciones se ilustran a modo ejemplificativo y no se limitan a aquellas que se muestran en las figuras que acompañan.

La Figura 1 muestra un artículo de vidrio para control solar templable, según una realización de la presente divulgación;

La Figura 1A muestra un artículo de vidrio para control solar templable, según otra realización de la presente divulgación;

La Figura 2 muestra un sustrato transparente, según una realización de la presente divulgación; y

La Figura 3 muestra un artículo de vidrio para control solar de color rosa o cobre, según otra realización de la presente divulgación.

Los expertos en la técnica aprecian que los elementos en las figuras se ilustran con fines aclaratorios y simplificativos y que no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos de las figuras pueden estar exagerados en relación con otros elementos, a fin de ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la invención.

Descripción detallada

Siempre que sea posible, se usarán las mismas referencias numéricas en las figuras para hacer referencia a las mismas partes o a partes similares. Las realizaciones divulgadas en el presente documento se refieren a artículos de vidrio para control solar templables que tienen un reflejo desde el lado del vidrio de color rosa o cobre.

Un artículo de vidrio para control solar templable 100, de acuerdo con una realización de la presente divulgación se ilustra en la **Figura 1**. El artículo de vidrio para control solar templable 100 comprende un sustrato de vidrio 110 que se proporciona con un recubrimiento de varias capas 200. El recubrimiento de varias capas 200 comprende al menos una capa funcional de nitruro de aleación níquel o niobio 120, cada una entre dos capas dieléctricas transparentes 130a, 130b. La capa dieléctrica 130a está en contacto directo con el sustrato de vidrio 110 y la capa dieléctrica 130b se proporciona sobre la capa funcional de nitruro de aleación 120.

La capa funcional de nitruro de aleación 120 comprende al menos un nitruro de una aleación metálica seleccionada del grupo que consiste en NbCr, NiCr, NiCrMo y NbZr. En una realización específica, la capa funcional de nitruro de aleación 120 está compuesto de níquel, cromo y nitrógeno. Las capas dieléctricas transparentes 130a, 130b se basan en nitruro de aluminio, oxinitruro de aluminio, nitruro de silicona u oxinitruro de silicona o nitruro de

aluminio siliconado, óxido de estaño, una mezcla de óxido de zinc y óxido de estaño o titanio. En una realización específica, las capas dieléctricas transparentes 130a, 130b son nitruro de silicona.

Opcionalmente, el recubrimiento de varias capas 200 puede también comprender una sobrecapa 140 proporcionada sobre la capa dieléctrica transparente (130b). **La Figura 1A** muestra un artículo de vidrio para control solar templable 100 según otra realización de la presente divulgación. La sobrecapa 140 comprende al menos un óxido metálico seleccionado del grupo que consiste en titanio, cromo o circonio o aleaciones o combinaciones de estos. La sobrecapa 140, si se encuentra presente, mejora la durabilidad mecánica del recubrimiento de varias capas 200, tal como la resistencia a ralladuras, etc. Sin embargo, las propiedades ópticas del recubrimiento de varias capas 200 permanecen sin cambios.

En una realización de la presente divulgación, el grosor de la capa funcional de nitruro de aleación de níquel o niobio 120 es mayor que 5 nm y menor que 20 nm. El grosor de la capa funcional de nitruro de aleación de níquel o niobio 120 se ajusta para obtener una transmisión de luz deseada a través del artículo de vidrio para control solar templable 100. En otra realización de la presente divulgación, el grosor de las capas dieléctricas transparentes 130a, 130b se ajusta para optimizar la reflectancia y el color del sustrato de vidrio transparente 110. En una realización, el grosor de la capa dieléctrica 130b proporcionada sobre la capa funcional de nitruro de aleación de níquel o niobio 120 es mayor que 100 nm y menor que 160 nm y el grosor de la capa dieléctrica 130a en contacto directo con el sustrato de vidrio 110 es mayor que 10 nm y menor que 40 nm. El mayor grosor de la capa dieléctrica 130b resulta en valores positivos a^* y b^* (medidos en el lado del vidrio G), que oscila entre (+ 8 y +12) y (+2 y +12), respectivamente.

En una realización, el recubrimiento de varias capas 200 se aplica en el sustrato de vidrio transparente 110 por medio de depósito físico por

mediante vapor con dispersión magnetróica. En realizaciones alternativas, se pueden usar otras técnicas de recubrimiento para obtener el recubrimiento de varias capas 200.

Los inventores de la presente divulgación descubrieron que el reflejo externo de tales artículos de vidrio para control solar puede variar al modificarse el grosor de las capas dieléctricas 130a, 130b. Más particularmente, de manera sorpresiva e inesperada se ha descubierto que con el diseño del grosor de estas capas dieléctricas 130a, 130b se obtenían artículos de vidrio para control solar mejorados estéticamente y que conservaban sus propiedades de control solar y demás propiedades de rendimiento. **La Figura 2** ilustra un sustrato de vidrio 110 provisto del recubrimiento de varias capas 200 de la presente divulgación. En varias realizaciones, el sustrato de vidrio 110 puede ser un vidrio transparente o coloreado. El recubrimiento de varias capas 200 se proporciona en el lado del recubrimiento (C) 203 del sustrato transparente 110. Cuando el artículo de vidrio para control solar templable 100 de la presente divulgación se instale en un edificio, el lado del recubrimiento 203 proporcionado con el recubrimiento de varias capas 200 enfrenta el interior del edificio

En dicha disposición, el lado de vidrio (G) 202, opuesto al lado del recubrimiento (C) 203 del sustrato transparente 110 exhibe un reflejo de color rosa o cobre según el grosor de la capa dieléctrica 130a, 130b cuando se mira desde el exterior del edificio.

El grosor de la capa dieléctrica 130b proporcionada sobre la capa funcional de nitruro de aleación de níquel o niobio 120 aumenta para incrementar el valor a^* (medido en el lado de vidrio G) del artículo de vidrio para control solar templable 100. Un valor a^* positivo ($a^*G \sim 10$) confiere un aspecto rojizo en el lado del vidrio (G) 202 que se encuentra en el lado opuesto al lado del recubrimiento (C) 203 (que se obtiene con el recubrimiento de varias capas 200) del sustrato transparente 110, que contribuye a dar el reflejo de

color rosa/cobre del artículo de vidrio para control solar templable 100 del lado del vidrio (G) 202. De manera similar, el valor b^* (medido en el lado de vidrio G) también está diseñado para ser un valor positivo. Un valor b^* positivo ($b^*G \sim 3$) en combinación con un valor a^* positivo (preferentemente, $a^*G > b^*G$) da como resultado un reflejo de color rosa del artículo de vidrio para control solar templable 100 en el lado de vidrio (G) 202. De manera similar, un valor b^* positivo ($b^*G \sim 10$) en combinación con un valor, (preferentemente, $a^*G > b^*G$) da como resultado un reflejo de color rosa del artículo de vidrio para control solar templable 100 en el lado de vidrio 202. La transmisión de luz del artículo de vidrio para control templable solar 100 oscila entre el 10% y el 60% según el grosor de la capa funcional de nitruro de aleación 120.

Un artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o sobre 300 según una realización específica se ilustra en la **Figura 3**. El artículo de vidrio de control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 está compuesto de un sustrato de vidrio transparente 110 proporcionado con un recubrimiento de varias capas 200 que comprende una capa de nitruro de níquel cromo 302 entre dos capas dieléctricas transparentes 303a, 303b según el nitruro de silicona. El grosor de la capa de nitruro de níquel cromo 302 oscila entre 5 nm y 20 nm. La capa de nitruro de níquel cromo 302 actúa como la capa de bloqueo de IR del recubrimiento de varias capas 200 y contribuye a las propiedades de control solar del artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300.

Si bien las propiedades de control solar dependen completamente del grosor de la capa de nitruro de níquel cromo 302, la transmisión de luz (T_L) del artículo de vidrio de control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 es invariablemente proporcional al grosor de la capa de nitruro de níquel cromo 302. Por lo tanto, se hace importante tener un equilibrio entre las propiedades de control solar y los valores de transmisión de

luz (T_L) del artículo de vidrio de control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300. Así, un rango de grosor que oscila entre 5 nm y 20 nm de la capa de nitruro de níquel cromo 302 proporciona la transmisión de luz (T_L) deseada y, al mismo tiempo, también mantiene las propiedades de control solar del artículo de vidrio de control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300.

El grosor de la capa de nitruro de silicona 303a presente sobre el sustrato de vidrio transparente 110 oscila entre 10 nm y 40 nm y el grosor de la capa de nitruro de silicona 303b presente sobre la capa de nitruro de níquel cromo 302 oscila entre 100 nm y 160 nm. La capa dieléctrica de nitruro de silicona 303a, 303b contribuye al color de reflejo del artículo de vidrio de control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 y, por ende, está diseñada de tal manera que el lado de vidrio G del sustrato de vidrio transparente 110 refleja un color rosa o un color cobre. En consecuencia, el lado de recubrimiento C del sustrato de vidrio transparente 110 refleja un color amarillo verdoso. El recubrimiento de varias capas 200 tiene reflejo externo de $\sim 10\%$ y proporciona un aspecto muy sutil. En un aspecto de la realización, el artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 se puede esmaltar. En varios aspectos de la realización, el artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 se puede fortalecer, endurecer o calentar a una temperatura que oscila entre 500 °C y 750 °C.

El recubrimiento de varias capas 200 es templable y el sustrato de vidrio transparente 110 recubierto con el recubrimiento de varias capas 200 se puede tratar con calor hasta una temperatura máxima de 630 °C durante aproximadamente 9 minutos. El valor ΔE^* (cambio en el color del artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre 300 antes y después del tratamiento con calor) es de menos de 3,5. La emisividad del artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo

externo de color rosa o cobre 300 se reduce levemente después del tratamiento con calor. El artículo de vidrio para control solar templable que tiene reflejo externo de color rosa o cobre exhibe un mayor reflejo de IR, en comparación con el vidrio normal. El artículo de vidrio para control solar templable 300 que tiene reflejo externo de color rosa o cobre y el artículo de vidrio para control solar templable 300 que tiene reflejo externo de color rosa o cobre exhiben valores altos de durabilidad.

En una realización de la presente divulgación, se proporciona un vidriado compuesto que comprende una pluralidad de sustratos de vidrio unidos por una intercapa polimérica. Uno o más de un sustrato de vidrio de la pluralidad de sustratos de vidrio pueden ser un artículo de vidrio para control solar de color rosa o cobre 300 o un artículo de vidrio para control solar de color rosa o cobre templable. En un aspecto de la realización, la intercapa polimérica está hecha de polivinilbutiral (PVB) y/u otros polímeros orgánicos seleccionados de un grupo que consiste en poliuretano y/o etilvinilacetato (EVA) y/o policloruro de vinilo y/o poliéster y/o polietileno acetato de vinilo (PET) y/o policarbonato y/o polipropileno y/o polietileno y/o la combinación de estos.

En los siguientes ejemplos, las pilas de capas se depositaron mediante pulverización potenciada magnéticamente (magnetron) a temperatura ambiente sobre un sustrato de vidrio transparente que tiene un grosor de 6 mm.

Ejemplo 1

Artículo de vidrio para control solar de color rosa

Se recubrió un sustrato de vidrio transparente y un sustrato de vidrio con tinte verde con las pilas de capas que se muestran abajo:

Pila de capas 1: Vidrio // Si_3N_4 (33 nm)/ NiCrN_x (9 nm)/ Si_3N_4 (141 nm)

Las propiedades ópticas de la muestra de vidrio recubierta con la pila de capas 1 se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Propiedades ópticas del artículo de vidrio para control solar de color rosa

	T_L	Afuera			Adentro			Emisivi	Factor
		R_{ext}	a^*G	b^*G	R_{int}	a^*C	b^*C	dad	solar
								E	SF
Pila de capas 1 (transparente)	31	10	12	3,3	34	-9	8,3	0,6	44
Pila de capas 1 (con tinte verde)	25,6	8	6	2	33	-9	8,3	0,6	34,2

R_{ext} = reflejo externo; a^*G , b^*G = valores a^* , b^* medidos en el lado externo, es decir, el lado de vidrio; R_{int} = reflejo interno; a^*C , b^*C = valores a^* , b^* medidos en el lado interno, es decir, el lado de recubrimiento.

La pila de capas 1 exhibió un aspecto de color rosa en el lado de vidrio (es decir, en el exterior del edificio) y un color amarillo verdoso en el lado de recubrimiento (es decir, en el interior del edificio) cuando se la colocó sobre un sustrato de vidrio transparente. Cuando a la pila de capas 1 se le proveyó un sustrato de vidrio de tinte verde, si bien el reflejo del lado de vidrio del sustrato de vidrio recubierto parece rojizo, el reflejo de color rosa deseado se obtuvo mejor al usar un sustrato de vidrio transparente. Fue evidente que la pila de capas 1 que tiene un menor grosor de $NiCrN_x$ registró una transmisión de luz (T_L) del 31%. El vidrio transparente tiene una emisividad del 89%, mientras que el artículo de vidrio para control solar de color rosa, según la realización de la presente divulgación, tiene una emisividad de menos del 60%. El brillo del color externo reflejado por los sustratos de vidrio recubierto puede variarse cambiando los valores de reflejo (R_{ext}).

Ejemplo 2

Artículo de vidrio para control solar de color cobre

Un sustrato de vidrio se recubrió con las pilas de capas que se muestran abajo:

Pila de capas 2: Vidrio // Si_3N_4 (33 nm)/ NiCrN_x (11,4 nm)/ Si_3N_4 (134,4 nm)

Las propiedades ópticas de la muestra de vidrio recubierta con la pila de capas 2 se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Propiedades ópticas del artículo de vidrio para control solar de color cobre

	L	Afuera			Adentro			Emisividad
		R_{ext}	a^*G	b^*G	R_{int}	a^*C	b^*C	E
Pila de capas 2	25,2	13	8,6	9,9	38	-8,8	7,5	0,5

R_{ext} = reflejo externo; a^*G , b^*G = valores a^* , b^* medidos en el lado externo, es decir, el lado de vidrio; R_{int} = reflejo interno; a^*C , b^*C = valores a^* , b^* medidos en el lado interno, es decir, el lado de recubrimiento.

Los sustratos de vidrio recubiertos con la pila de capas 2 exhibieron un aspecto de color cobre en el lado de vidrio (G). Se halló que el reflejo interno (R_{int}) fue alto hasta un 38%. Sin embargo, el reflejo externo (R_{ext}) es menor, lo que hace que el color del reflejo del vidrio para control solar templable sea sutil en aspecto. El brillo del color externo reflejado por los sustratos de vidrio recubierto puede variarse cambiando los valores de reflejo (R_{ext}).

Ejemplo 3

Tratamiento con calor

Los sustratos de vidrio recubiertos con las pilas de capas 1 y 2 estuvieron sujetos a un tratamiento con calor a 630 °C durante aproximadamente 9 minutos y se midieron el cambio en el color interno, el color externo y los valores de transmisión antes y después del tratamiento con calor y se encuentran tabulados en la Tabla 3. A partir de la tabla, es evidente que tanto la pila de capas 1 como la pila de capas 2 tienen valores de ΔE^* menores o iguales a 3,5 en color y transmitancia. Esta propiedad aporta una gran combinación de color entre el artículo de vidrio para control solar de color rosa o cobre 300 y el artículo de vidrio para control solar de color rosa o cobre templable.

Tabla 3: Cambio en el color y la transmitancia

	Cambio en el color		
	ΔE^* Transmisión	ΔE^* Color interno	ΔE^* Color externo
Pila de capas 1	1	3,5	2
Pila de capas 2	0,9	2,9	1,6

Asimismo, se midieron los valores de resistencia de lámina y la emisividad de los sustratos de vidrio proporcionados con la pila de capas 1 y la pila de capas 2 antes y después del tratamiento con calor (HT) y los resultados se encuentran tabulados en la Tabla 4. Es evidente que después del templado, la resistencia de lámina y la emisividad de las pilas de capas 1 y 2 se

redujeron. Esto indicó que el material es un mejor reflector de IR después del templado

Tabla 4: Mediciones de la resistencia de lámina y emisividad

	Resistencia de lámina (Ohms/cuadrado)		Emisividad	
	Antes del HT*	Después del HT*	Antes del HT*	Después del HT*
Pila de capas 1	119	55	0,57	0,47
Pila de capas 2	93	46	0,51	0,46

** HT: Tratamiento con calor*

Estudios de durabilidad

Los siguientes estudios de durabilidad se realizaron para los sustratos de vidrio recubiertos con las pilas de capas 1 y 2.

Prueba de cepillado de Erichsen

La prueba de cepillado se usó para evaluar la resistencia de las pilas de capas a la erosión causada la depuración. En esta prueba se frotó un cepillo suave contra el recubrimiento, en la que el recubrimiento se sumerge en agua. Esta prueba se realiza para evaluar la solidez mecánica en comparación con los cepillos de las lavadoras durante el procesamiento.

Las muestras se templaron a una temperatura de 630 °C después de la prueba de cepillado de Erichsen. Este paso revela la presencia de cualquier ralladura menor que se haya causado durante el procedimiento de prueba. Sin embargo, las muestras evaluadas no mostraron ningún signo de ralladura.

En otro experimento, las muestras recubiertas la pila de capas 1 y la pila de capas 2 primero se templaron a una temperatura superior a los

630 °C y posteriormente se sometieron al procedimiento de prueba de cepillado de Erichsen. Nuevamente, las muestras no evidenciaron signos de ralladuras menores o erosión del recubrimiento.

Prueba de abrasión Taber

Se usó la prueba de abrasión Taber para realizar un análisis acelerado de la resistencia al desgaste. Esto implicó montar una muestra plana de aproximadamente 100 mm² en una plataforma giratoria que rota sobre un eje vertical, a una velocidad fija. Se llevó a cabo la acción de desgaste mediante dos ruedas abrasivas giratorias montadas sobre un brazo de carga que aplicó una presión de 250 gramos contra la muestra, sin incluir el peso de la rueda en contacto con la muestra. Se midió la transmisión antes y después de la prueba para calcular el cambio general en la transmisión de las muestras de prueba. Los resultados de estos estudios de durabilidad mecánica se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5: Resultados de los estudios de durabilidad

Nombre de la prueba	Objetivo/Especificaciones	Resultados	
		Pila de capas 1	Pila de capas 2
Prueba de cepillado de Erichsen (1000 ciclos)	No se observaron poros, ralladuras ni erosión.	Aprobado	Aprobado
	Cambio de color <2	0,9	1,1
Prueba de abrasión Taber 2000 ciclos con la rueda CS-10F	Después la abrasión, cambio insignificante en TL	Aprobado	Aprobado
	Cambio en la transmisión $\Delta T < 2$	0,8	1,2

Debe tenerse en cuenta que los ejemplos anteriores solo son indicativos y fueron incorporados en la memoria con fines de enseñanza solamente y no limitan el alcance de la invención en ningún modo.

Ejemplo comparativo 1

Un sustrato de vidrio transparente se recubrió con las pilas de capas que se muestran abajo:

Pila de capas 3: Vidrio// Si_3N_4 (33 nm)/ NiCrN_x (9 nm)/ Si_3N_4 (95 nm)

Pila de capas 4: Vidrio// Si_3N_4 (33 nm)/ NiCrN_x (9 nm)/ Si_3N_4 (165 nm)

Las propiedades ópticas de la muestra de vidrio recubierta con las pilas de capas 3, 4 y 5 se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6: Propiedades ópticas de los artículos de vidrio para control solar recubiertos

	L	Afuera			Adentro			Factor solar
		R_{ext}	a^*G	b^*G	R_{int}	a^*C	b^*C	SF
Pila de capas 3	43,3	25,5	-2,5	21,6	9,8	-1,6	-35	48
Pila de capas 4	33,3	10	7,7	-22,1	28,5	-4	46	44

R_{ext} = reflejo externo; a^*G , b^*G = valores a^* , b^* medidos en el lado externo, es decir, el lado de vidrio; R_{int} = reflejo interno; a^*C , b^*C = valores a^* , b^* medidos en el lado interno, es decir, el lado de recubrimiento.

El sustrato de vidrio recubierto con la pila de capas 3 mostró reflejo de color amarillo a partir de su valor b^*G y, por lo tanto, exhibió un reflejo externo de color dorado. De manera similar, el sustrato de vidrio recubierto con la pila de capas 4 exhibió un reflejo externo de color morado. Estos colores de reflejo externo no son deseados y se considera que son el resultado de la capa

dieléctrica presente sobre la capa funcional que tiene grosores menores que el límite inferior y superiores al límite superior del rango de grosor deseado descrito en las enseñanzas de la presente divulgación.

Aplicación industrial

El artículo de vidrio para control solar templable 100 de la presente divulgación se puede usar en un vidriado monolítico, doble o triple. Dichos vidriados se instalan de manera tal que el recubrimiento de varias capas se encuentra en la cara 2; las caras de los sustratos se numeran desde el exterior hacia el interior de un edificio o habitación que está equipados con dicho recubrimiento, lo que le confiere un efecto de protección contra la radiación solar. Estos vidrios exhiben un valor de emisividad igual o inferior al 80%. El artículo de vidrio para control solar templable 100 también puede usarse en un panel de revestimiento de muros cortina de paredes de edificios en aplicaciones interiores. También, el artículo de vidrio para control solar templable 100 se puede usar como una ventana lateral, una ventana trasera o techo corredizo de un automóvil u otro vehículo.

El artículo de vidrio para control solar templado 100 de la presente divulgación también se puede esmaltar fortalecer o endurecer y puede usarse para construir aplicaciones interiores. Los estudios de durabilidad de este artículo de vidrio para control solar templable 100 indican una vida más larga de estos artículos. También, el artículo de vidrio para control solar templable 100, debido a su propiedad de control solar y aspecto mejorado estéticamente, también se puede usar como una ventana lateral, una ventana trasera o techo corredizo de un automóvil u otros vehículos. Asimismo, el artículo de vidrio para control solar templable 100 de la presente divulgación se puede usar para producir un vidriado compuesto, a saber, un vidriado laminado y, adicionalmente, tiene la ventaja de poder ser utilizado como artículos de vidrio recocido, reforzado mediante calor y templado.

Debe tenerse en cuenta que todas las actividades descritas arriba en la descripción general o en los ejemplos son necesarias, que una parte de una actividad específica puede no ser necesaria, y que pueden realizarse una o más actividades adicionales a las ya descritas. Más aun, el orden en el que se enumeran las actividades no es necesariamente el orden en el que estas se realizan.

Arriba se describieron beneficios, otras ventajas y soluciones a problemas con respecto a realizaciones específicas. Sin embargo, los beneficios, las ventajas, las soluciones a problemas y cualquier característica que pueda causar que cualquier beneficio, ventaja o solución se produzca o se transforme en más pronunciada no se deben entender como características críticas, necesarias o esenciales para cualquiera de las reivindicaciones.

La memoria y las ilustraciones de las realizaciones descritas en el presente documento están destinadas a proporcionar un conocimiento general de la estructura de las distintas realizaciones. La memoria y las ilustraciones no están destinadas a servir como una descripción exhaustiva y abarcativa de todos los elementos y las características de equipos y sistemas que usan las estructuras o los métodos que se describen en el presente documento. Ciertas características, que se proporcionan a los fines de la claridad, descritas en el presente documento en el contexto de realizaciones separadas también se pueden proporcionar combinadas en una sola realización. A la inversa, varias características que, a los fines de la brevedad, se describen en el contexto de una sola realización también pueden proporcionarse por separado o es una subcombinación. Asimismo, la referencia a los valores indicados en rangos incluye a cada uno de los valores dentro del rango. Muchas otras representaciones pueden ser evidentes a los expertos en la materia solo después de leer esta memoria. Otras realizaciones pueden usarse y derivarse de esta divulgación, de forma tal que una sustitución estructural, lógica u otro

cambio puede hacerse sin desviarse del alcance de la divulgación. Por consiguiente, la divulgación debe considerarse ilustrativa más que restrictiva.

La descripción junto con las figuras se proporciona para ayudar a comprender las enseñanzas divulgadas en el presente documento, para ayudar a comprender las enseñanzas, y no deben interpretarse con una limitación en el alcance o la aplicabilidad de las enseñanzas. Sin embargo, se pueden usar otras enseñanzas en esta solicitud.

Tal como se usa en el presente documento, “comprende”, “que comprende”, “incluido”, “que incluye”, “tiene”, “que tienen”, o cualquier otra variación de estas, están destinadas a cubrir una inclusión no exclusiva. Por ejemplo, un método, artículo, equipo que comprende una lista de características no se limita necesariamente solo a esas características, sino que puede incluir otras características que no se encuentren enumeradas expresamente o que no sean inherentes a dicho método, artículo o equipo. Además, a menos que se indique expresamente lo contrario, “o” se refiere a un “o” inclusivo o a un “o” exclusivo. Por ejemplo, una condición A o B se satisface con una cualesquiera de las siguientes: A es verdadera (o está presente) y B es falsa (o no está presente), A es falsa (o no está presente) y B es verdadera (o está presente), y ambas, A y B, son verdaderas (o están presentes).

También, “un” o “una” se emplean para describir elementos y componentes descritos en el presente documento. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general del alcance de la invención. Se debe entender que esta descripción incluye una o, por lo menos, una y el singular también incluye el plural, o vice versa, a menos que sea claro que se quiere decir lo contrario. Por ejemplo, cuando en el presente documento se describe un solo artículo, más de un artículo se puede usar en lugar de uno solo. De igual manera, donde se describe más de un artículo aquí, se pueden sustituir dichos artículos con un solo artículo.

A menos que se defina de modo contrario, todos los términos técnicos y científicos usados en el presente documento tienen el mismo sentido que entiende comúnmente una persona con experiencia en la técnica a la cual pertenece esta invención. Los materiales, los métodos y los ejemplos son ilustrativos solamente y no se pretende que sean limitantes. En la medida en que ciertos detalles sobre materiales específicos y actos de procesamiento no se describen, dichos detalles pueden incluir métodos convencionales, que pueden encontrarse en libros de referencia y otras fuentes relacionadas con la fabricación.

Si bien se han mostrado y descrito aspectos de la presente divulgación particularmente con referencia a las realizaciones anteriores, los expertos en la materia entenderán que se pueden contemplar varias realizaciones adicionales mediante la modificación de las máquinas, los sistemas y los métodos divulgados sin apartarse del espíritu y el alcance de lo que se divulga. Debe entenderse que dichas realizaciones caen dentro del alcance de la presente divulgación según se determina con base en las reivindicaciones y cualquier equivalente de estas.

Lista de elementos

TÍTULO: ARTÍCULOS DE VIDRIO PARA CONTROL SOLAR

- 100 Artículos de vidrio para control solar templable
- 110 Sustrato de vidrio
- 120 Capa funcional de nitruro de aleación
- 130a Capa dieléctrica
- 130b Capa dieléctrica
- 140 Sobrecapa
- 200 Recubrimiento de varias capas
- 202 Lado de vidrio (G)
- 203 Lado de recubrimiento (C)
- 300 Artículo de vidrio para control solar templable que tiene
reflejo externo de color rosa o cobre
- 302 Capa de nitruro de níquel cromo
- 303a Capa de nitruro de silicona
- 303b Capa de nitruro de silicona