

PINTURAS INORGÁNICAS PARA SUSTRATOS DE VIDRIOS CON BAJO CTE

Campo de la Invención

La presente invención se refiere al campo de pinturas inorgánicas con una formulación que coincide con el Coeficiente de Expansión Térmico (CTE, por sus siglas en inglés) del sustrato de vidrio donde la pintura es aplicada.

Antecedentes de la Invención

En respuesta a los requisitos normativos del gobierno para incrementar la economía de combustible automotriz, así como a la creciente conciencia pública y demanda de productos respetuosos con el medio ambiente, los fabricantes de equipos originales automotrices de todo el mundo han estado trabajando para mejorar la eficiencia energética de sus vehículos.

Uno de los elementos claves de esta estrategia para mejorar la eficiencia ha sido el concepto de peso ligero. A menudo, los materiales y procesos convencionales, más tradicionales y menos costosos, están siendo reemplazados por nuevos materiales y procesos innovadores que, aunque en algún momento son más caros, todavía tienen una mayor utilidad que los materiales y procesos que se sustituyen debido a su menor peso y el correspondiente aumento de eficiencia de combustible. A veces, los nuevos materiales y procesos traen consigo una mayor funcionalidad y un peso más ligero. El vidrio automotriz no ha sido la excepción a esta tendencia.

Mediante la reducción de peso del vehículo, no solo se pueden lograr mejoras sustanciales en el consumo de energía, sino que surgen desafíos adicionales desde el punto de vista de las propiedades mecánicas. Esto es especialmente importante para vehículos eléctricos donde la reducción de peso se traduce directamente hacia un aumento en el alcance del vehículo que es una preocupación clave del consumidor. Sin embargo, reduciendo el peso del parabrisas o del techo de vidrio, las propiedades mecánicas y acústicas se reducen substancialmente. Por ejemplo, el vidrio se fracturará fácilmente, o será más difícil reducir el ruido del exterior del carro.

Fabricantes de vidrios están intentando cambiar las condiciones mecánicas de las capas de los vidrios laminados, por ejemplo, usando vidrios de borosilicato y/o Boroaluminosilicato y/o aluminosilicato, en vez de vidrios de Cal Sodada en parabrisas de vehículos. Por ejemplo, los vidrios de borosilicato pueden tener de un 60 a un 70% menos peso en comparación con un vidrio de Cal Sodada estándar con las mismas condiciones mecánicas. Sin embargo, el problema hoy en día es el proceso de pintura durante la fabricación de un vidrio laminado automotriz, ya que el vidrio tiene un coeficiente de expansión térmica (CTE) más bajo que la pintura que se utiliza. Típicamente, los bordes de los vidrios de los automóviles están pintados con fritas de vidrio o pinturas inorgánicas a menudo denominadas banda negra, que cumple un papel tanto funcional como estético. La impresión negra sustancialmente opaca en el vidrio sirve para proteger el adhesivo de poliuretano utilizado para unir el vidrio al vehículo de la luz ultravioleta y la

degradación que puede causar. También sirve para ocultar el adhesivo desde la vista desde el exterior del vehículo.

Las fritas o pinturas disponibles en el mercado usualmente tienen un CTE mayor que el de los vidrios en donde ellas están pintadas, este es el caso por ejemplo de los vidrios de borosilicato o Borofloat®. Cuando el vidrio se pinta y luego se vitrifica, debido a la falta de coincidencia del CTE de la fritas y el del vidrio, tanto el vidrio como la fritas potencialmente son debilitados con diferentes fuerzas de tensión a lo largo de la superficie del vidrio o de la fritas, lo cual puede ocasionar la fractura del laminado de vidrio. El proceso de vitrificación consiste en tener un vidrio, pintar el área deseada con una fritas, y luego elevar tanto el vidrio como la fritas a una temperatura por una cantidad de tiempo determinado con el ánimo de obtener un flujo viscoso y una buena adhesión de la fritas al vidrio.

Un acercamiento del arte previo para resolver este problema es tomar vidrio molido del mismo tipo de vidrio que va a ser laminado, romper esa porción de vidrio, triturarlo y luego formar un compuesto de esa pintura compuesta. El vidrio molido en la fritas puede tener un CTE similar que el del sustrato de vidrio donde la fritas va a ser pintada, sin embargo, el problema de hacer eso es que la temperatura de vitrificación de la fritas se aumenta y no permite que la fritas del vidrio fluya, dejando una superficie áspera detrás. También, si el proceso de vitrificación es muy caliente o muy largo, no se podrán obtener los resultados deseados y de hecho muy posiblemente producirá defectos y una pobre adhesión. Una gran variedad de fritas a base de Cal Sodada, con diferentes propiedades, están disponibles para varias aplicaciones, sin embargo, no hay composiciones especiales de fritas de vidrio disponibles para sustratos de vidrios con CTE bajo. Esto, es especialmente verdad para los sustratos de vidrio delgados especiales (vidrios de 2 mm o menos).

Por consiguiente, existe una necesidad en la industria para desarrollar una formulación de pinturas inorgánicas que tengan un CTE más bajo que las fritas existentes, que durante el proceso no creen tensiones superficiales que terminen en rupturas de los sustratos de vidrio donde se use la pintura. Específicamente, existe la necesidad de proporcionar pinturas inorgánicas para vidrios con un CTE bajo.

Breve resumen de la invención

La presente invención se refiere a una composición de pintura inorgánica que supera el problema de la falta de coincidencia del CTE entre la fritas y el sustrato de vidrio. Específicamente, la pintura inorgánica de la presente invención comprende un coeficiente de expansión térmica (CTE) inferior o igual, que el del vidrio donde la pintura inorgánica es aplicada.

La presente invención también comprende un vidrio laminado que incluye la composición de banda negra, la cual está laminada entre un juego de dos laminas adicionales de capas intermedias plásticas.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1	Sección transversal de un laminado automotriz típico con oscurecimientos de frita negra en las superficies número dos y cuatro.
Figura 2	Laminado automotriz que incluye la composición de banda negra de la presente invención

Numerales de Referencia

2	Vidrio
4	Capa intermedia de unión de plástico
6	Obscurecimiento de Frita Negra
16	Capa Intermedia Plástica Opaca
101	Superficie uno
102	Superficie dos
103	Superficie tres
104	Superficie cuatro
201	Capa externa de vidrio
202	Capa Interna de vidrio

5

Descripción detallada de la Invención

La presente invención está dirigida a una pintura orgánica que tiene un Coeficiente de Expansión Térmica (CTE) que coincide con el CTE del sustrato de vidrio en donde la pintura se utiliza o es más bajo que el CTE del sustrato de vidrio.

10

Generalmente, la pintura inorgánica o fritas se componen de una pluralidad de materiales orgánicos, como pigmentos, portadores, aglutinantes y vidrio finamente molido y flujos. A veces, otros materiales también se añaden para mejorar ciertas propiedades: temperatura de vitrificado, anti-adherencia, resistencia química, etc. Cada uno de estos materiales añade un correspondiente multiplicador al CTE de la pintura final, disminuyendo o aumentando el CTE de la pintura inorgánica.

15

La terminología utilizada para describir la pintura inorgánica o composición de frita se ejemplificará usando vidrios laminados como ejemplo. Sin embargo, debe entenderse que la siguiente descripción también se puede aplicar a cualquier tipo de vidrio sobre el que se pueda aplicar una pintura inorgánica, como sigue.

20

Pinturas de esmalte negro u oscurecimientos de frita son comúnmente pintadas sobre vidrios automotrices laminados y/o templados, donde sirven para ocultar el adhesivo usado para unir el vidrio al cuerpo y para proteger el adhesivo de la degradación generada por el exterior, por ejemplo, de la luz ultravioleta. Sin embargo, las fritas tienen una serie de inconvenientes. La frita debilita la superficie del vidrio. Las fritas pueden crear una distorsión en el vidrio debido a

25

gradientes térmicos. Los oscurecimientos de fritas que están pintados son incompatibles y no pueden ser usados con muchos tipos de recubrimientos. Las fritas estándar bloquean el intercambio iónico y, por lo tanto, no pueden ser usadas con procesos de templado químico.

- 5 Los oscurecimientos han sido históricamente negros. Una de las razones de esto viene de las limitaciones impuestas por las fritas cerámicas. Es difícil producir fritas, en colores que no sea el negro, que tengan la durabilidad necesaria y por las cuales el color se pueda replicar de ejecución en ejecución. La otra razón es estética y es llamada comúnmente la “banda negra”. Sin embargo, en la presente invención como será descrita, se debe entender que la pintura inorgánica puede ser
10 de cualquier color.

La frita negra se aplica al vidrio utilizando serigrafía o un proceso de impresión por inyección de tinta antes de calentar y doblar el vidrio. A medida que el vidrio plano se calienta durante el proceso de doblado, el vidrio en polvo en la frita se ablanda y fluye, fusionándose sobre la
15 superficie del vidrio. La frita se convierte en una parte permanente del vidrio. Se dice que la frita es "pasada por fuego" cuando esto ocurre. Esto corresponde a un proceso de vitrificación que es muy similar al proceso utilizado para aplicar acabados de esmalte en accesorios de baño, cerámica, porcelana y electrodomésticos.

- 20 Las fritas negras interfieren con el proceso de recocido. Los vidrios laminados, como los usados en los parabrisas, tienen que ser recocidos para cumplir requerimientos de seguridad. El vidrio es recocido calentando el vidrio hasta el rango de transición del vidrio para ablandarlo, dejándolo en remojo durante un cierto período de tiempo para permitir que se alivie cualquier tensión, y luego enfriar lentamente a través del rango de transición de vidrio hasta que el vidrio se enfríe. Lo ideal
25 sería tener pinturas inorgánicas que coincidan el CTE del vidrio donde serán usadas. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la diferencia entre el CTE del vidrio laminado y el de la frita del vidrio puede resultar en estrés residual en el laminado cuando las superficies del vidrio laminado se fuercen durante la laminación.

- 30 Con respecto al vidrio usado para aplicaciones automotrices, se debe anotar que históricamente las ventanas han sido fabricadas de un vidrio de Cal Sodada estándar, ya que esta es la formulación más común y económica y representa un gran porcentaje de las producciones de vidrio del mundo. El vidrio de Cal Sodada está hecho de carbonato de sodio (soda), cal (carbonato de calcio), dolomita, dióxido de silicio (sílice), óxido de aluminio (alúmina) y
35 pequeñas cantidades de sustancias añadidas para alterar el color y otras propiedades. Otros tipos de vidrios son conocidos, pero ha sido normalmente reservado para aplicaciones especiales. Esos tipos de vidrio han sido usados para proporcionar un vidrio más delgado y más ligero. Mientras muchos tipos de pinturas están disponibles para pintarse sobre vidrio de soda y cal, parece ser que no hay en el estado del arte conocido, pinturas inorgánicas para vidrios que no contengan Cal
40 Sodada en el mercado actual.

Si se usa vidrio que no tenga Cal Sodada, existe la necesidad de encontrar una frita que tenga un CTE que coincida con el CTE del vidrio sin Cal Sodada. Comúnmente, los vidrios de Cal Sodada usan diferentes métodos para pintar cualquiera de las capas del laminado, por ejemplo, una obscuración se puede pintar y pasar por fuego en cualquiera de las capas del laminado, si es necesario. Sin embargo, esto no puede hacerse cuando el CTE de la frita no coincide con el CTE del vidrio.

En respuesta a estas necesidades, la presente invención divulga composiciones de pintura inorgánica que comprenden las siguientes formulaciones:

Rangos (wt%)		Óxido
óxidos de silicio		8 a 50
óxidos de boro		5 a 15
óxidos de bismuto		0 a 45
óxidos de zinc		0 a 20
óxidos de cromo		10 a 40
óxidos de cobre		0 a 25
óxidos de hierro		0 a 5
óxidos de molibdeno		0 a 1
óxidos de aluminio		0 a 5
óxidos de estaño		0 a 5
óxidos de circonio		0 a 3
óxidos de sodio		0 a 10
Total		100

La composición de la pintura inorgánica de la presente invención puede tener adicionalmente materiales metálicos que se encuentran comúnmente en las pinturas inorgánicas. En modalidades donde la composición es usada como una frita sobre la superficie del vidrio laminado, la combinación de la composición anterior puede resultar en una composición de banda negra teniendo un CTE menor o igual que el CTE del vidrio laminado donde la composición es aplicada. La formulación de la pintura inorgánica de la presente invención disminuye el CTE de la frita mientras mantiene apropiadamente el punto de fusión de la frita durante el proceso de vitrificación.

El uso de óxido de boro en la composición, es ventajoso ya que tiene un CTE negativo. Es decir, el ácido bórico se contrae cuando se calienta, por lo tanto, ayuda a que la composición de la presente invención logre un CET más bajo que el sustrato de vidrio. La pintura inorgánica de la presente invención también puede comprender colorantes en diferentes rangos, por ejemplo, la composición puede incluir alrededor de 2-6% de un colorante negro.

La pintura inorgánica resultante tiene un CTE entre $30-65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{K}$ y una viscosidad menor o igual a 10^4 Poise a temperaturas entre 550°C y 750°C .

Las composiciones aquí divulgadas se funden a temperaturas más bajas (es decir, se consigue un punto de fusión del vidrio más bajo), logran un CTE adecuado (es decir, más bajo que el del sustrato de vidrio o la composición de vidrio) y no generan una tensión significativa sobre el vidrio.

En la figura 1 se ilustra una sección transversal de laminado automotriz típico. El laminado está compuesto por dos capas de vidrio, la exterior o externa 201 y la interior o interna 202 que están permanentemente unidas entre sí por una capa de plástico 4 (capa intermedia). La superficie de vidrio que se encuentra en el exterior del vehículo se denomina superficie uno 101 o superficie número uno. La cara opuesta de la capa exterior de vidrio 201 es la superficie dos 102 o la superficie número dos. La superficie de vidrio 2 que se encuentra en el interior del vehículo se denomina superficie cuatro 104 o la superficie número cuatro. La cara opuesta de la capa interior de vidrio 202 es la superficie tres 103 o la superficie número tres. Las superficies dos 102 y tres 103 están unidas entre sí por la capa de plástico 4. También se puede aplicar un oscurecimiento 6 al vidrio. Los oscurecimientos suelen estar compuestos por una frita de esmalte negro impresa en la superficie número dos 102 o número cuatro 104 o en ambas. El laminado también puede comprender un recubrimiento 18 en una o más de las superficies.

Los tipos de vidrio 2 que se pueden usar incluyen pero no se limitan a: la variedad común Cal Sodada típica para el vidrio automotriz así como aluminosilicato, aluminosilicato de litio, borosilicato, vitrocerámica y las diversas otras composiciones amorfas sólidas inorgánicas que experimentan una transición vítrea y se clasifican como vidrio incluidas aquellas que no son transparentes. Estas son familias genéricas que pueden superponerse, y que se pueden aplicar a una amplia gama de formulaciones de vidrio. Como ejemplo, no hay una única formulación específica que comprenda vidrio de aluminosilicato. Por el contrario, hay una amplia gama de formulaciones de vidrio que pueden clasificarse como aluminosilicato a base de que contienen compuestos de aluminio. Los espesores que se usan normalmente para las capas vidrios exterior e interior pueden estar en un rango de 1 mm a 8 mm para la capa vidrio exterior y de 0.5 mm a 3 mm para la capa de vidrio interior. Sin embargo, se debe observar que la composición de la presente invención se puede usar inclusive sobre rangos más bajo de espesores del vidrio.

Usualmente los vidrios automotrices usan vidrio recocido. El recocido es un proceso donde el vidrio ha sido enfriado lentamente desde una temperatura de doblado disminuyendo a través del rango de transición del vidrio. Este proceso alivia cualquier tensión dejada en el vidrio del proceso de doblado. El vidrio recocido se rompe en fragmentos grandes con bordes afilados. Cuando se rompe el vidrio laminado, los fragmentos de vidrio roto se mantienen unidos, como las piezas de un rompecabezas debido a la capa de plástico, ayudando a mantener la integridad estructural del vidrio. Un vehículo con un parabrisas roto aún podría operar. La capa de plástico

4 también ayuda a evitar la penetración de objetos que golpean el laminado desde el exterior y en el caso de una colisión, se mejora la retención de los ocupantes.

Las capas de vidrio del presente invento se pueden formar utilizando el curvado por gravedad, curvado por prensado, curvado en frío o cualquier otro medio convencional conocido en la técnica. Los métodos de curvado por gravedad y por presión para formar vidrio son bien conocidos en la técnica y no se discutirán en la presente invención.

El curvado en frío es una tecnología relativamente nueva. Como su nombre sugiere, el vidrio se dobla en frío hasta su forma final sin el uso de calor. En partes con curvatura mínima una lámina plana de vidrio puede curvarse en frío al contorno de la pieza. Esto es posible porque a medida que el grosor del vidrio disminuye, las láminas se vuelven cada vez más flexibles y se pueden doblar sin inducir niveles de estrés suficientemente altos para aumentar significativamente la probabilidad a largo plazo de rotura. Las láminas delgadas de vidrio recocido, con espesores de aproximadamente 1 mm, se pueden doblar en formas cilíndricas de radios grandes (mayores de 6 m). Cuando el vidrio es templado químicamente o por calor, el vidrio puede soportar niveles mucho más altos de tensión y se puede doblar a lo largo de ambos ejes principales. El proceso se utiliza principalmente para doblar hojas de vidrio delgadas químicamente templadas (≤ 1 mm) para darles formas.

Las formas cilíndricas se pueden formar con un radio en una dirección de menos de 4 metros. Las formas con curvatura compuesta, que es una curvatura en la dirección de ambos ejes principales, pueden formarse con un radio de curvatura en cada dirección tan pequeño de como aproximadamente 8 metros. Por supuesto, depende mucho de la superficie de las piezas y de los tipos y espesores de los sustratos.

El vidrio curvado en frío permanecerá en tensión y tenderá a distorsionar la forma de la capa doblada a la que está unida. Por lo tanto, la capa doblada debe ser compensada para compensar la tensión. Para formas más complejas con un alto grado de curvatura, puede ser necesario que el vidrio plano tenga que curvarse parcialmente térmicamente antes de curvarse en frío.

El vidrio que se va a doblar en frío se coloca con una capa doblada a la forma y con una capa de unión colocada entre el vidrio a doblarse en frío y la capa de vidrio doblada. El ensamble se coloca dentro de lo que se conoce como una bolsa de vacío. La bolsa de vacío es un juego hermético de hojas de plástico, que encierra el conjunto de vidrio y se une en los bordes, lo que permite que el aire sea evacuado del conjunto de vidrio y que también presione el conjunto forzando las capas en contacto. El conjunto de vidrio dentro de la bolsa de vacío evacuada se calienta luego para sellar el ensamble. El conjunto se coloca después en una autoclave que calienta el conjunto y aplica alta presión. Esto completa el proceso de curvado en frío ya que el vidrio plano en este punto se ha conformado a la forma de la(s) capa(s) doblada(s) y se fija permanentemente a ella(s). El proceso de doblado en frío es muy similar a un proceso estándar

de bolsa de vacío /autoclave, bien conocido en la técnica, excepto por tener una capa de vidrio sin doblar añadida a la pila de vidrio.

El vidrio flotado de Cal Sodada, templado totalmente y reforzado con calor, con una resistencia a la compresión en un rango de al menos 70 MPa, puede ser usado en todas las posiciones del vehículo distintas al parabrisas. El vidrio reforzado térmicamente (templado) tiene una capa de alta compresión en las superficies exteriores del vidrio, equilibrada por la tensión en el interior del vidrio, que se produce por el rápido enfriamiento del vidrio ablandado en caliente. Cuando el vidrio templado se rompe, la tensión y la compresión ya no están en equilibrio y el vidrio se rompe en granos pequeños con los bordes desgastados. El vidrio templado es mucho más fuerte que el vidrio laminado recocido. Los límites de espesor permitidos para un típico proceso automotriz de termoendurecido van de 3.2 mm a 3.6 mm. Esto se debe a la rápida transferencia de calor que se requiere. Si se trabaja con vidrios más finos o delgados, no es posible lograr la alta compresión superficial requerida utilizando el típico sistema de enfriamiento por medio de aire soplado de baja presión.

Ejemplos

Los ensayos realizados se llevaron a cabo teniendo en cuenta el siguiente criterio para seleccionar materiales de la pintura inorgánica: i) que la pintura tenga un CTE menor o igual que el CTE del vidrio donde la pintura va a ser usada; y ii) que las fritas pintadas tengan un punto de fusión menor que el del substrato de vidrio. Debe observarse que el estado del arte provee pinturas con un punto de fusión bajo pero esto es a expensas de tener una frita con un alto CTE. La presente invención divulga una pintura inorgánica que no aumenta el CTE de la frita del vidrio.

1. Ejemplo 1. De acuerdo con la composición mostrada en la Figura 1, un primer ejemplo fue llevado a cabo sobre un parabrisas laminado que comprende una capa de vidrio exterior 201 de un vidrio de borosilicato estándar con espesor de 1.1 mm y una capa de vidrio interior 202 de aluminosilicato con espesor 0.7 mm. Una lámina PVB intermedia (4) de 0.76 mm que se ubica entre la capa exterior e interior. Una frita negra es impresa en la superficie número cuatro (104) de la capa de vidrio interior (202), la frita negra comprende la siguiente composición: 14% de dióxido de silicio, 10% de óxido de boro, 40% de óxido de bismuto (III), 5% de óxido de zinc (I), 14% de óxido de cromo (III), 8% de óxido cobre (II), 2% óxido de hierro (III), 1% de óxido de molibdeno (VI), 1% de óxido de aluminio, 4% de óxido de estaño y 1% de óxido de sodio.

El esfuerzo de tensión se midió en catorce puntos diferentes a lo largo de la superficie de un vidrio laminado curvo donde la frita fue pintada y vitrificada. Los resultados son mostrados en la siguiente tabla, y fueron menores que el estándar (≤ 8 MPa) para parabrisas:

Punto medido	Medida del esfuerzo de tensión [MPa]
1	1.6
2	0.9
3	1.6
4	3.7
5	5.2
6	0.0
7	0.0
8	0.9
9	3.5
10	1.8
11	1.1
12	4.4
13	0.3
14	1.3

Las propiedades del color de la frita (valor de luminosidad L) también fueron medidos usando el estándar de medidas CLI LAB. La luminosidad medida de la frita del vidrio fue menos que 14 L.

- 5
2. Ejemplo 2. Un segundo ejemplo consiste en un parabrisas laminado que comprende una capa de vidrio exterior 201 de un vidrio de borosilicato estándar con espesor de 1.1 mm y una capa de vidrio interior 202 de aluminosilicato con espesor 0.7 mm. Una lámina PVB intermedia (4) de 0.76 mm que se ubica entre la capa exterior e interior. Una frita negra es impresa en la superficie número cuatro (104) de la capa de vidrio interior (202), la frita negra comprende la siguiente composición: 8% de dióxido de silicio, 10% de óxido de boro, 17% de óxido de zinc (I), 34% de óxido de cromo (III), 20% de óxido cobre (II) y 1% de óxido de molibdeno (VI), 1% óxido de aluminio, 3% óxido de zirconio (II) y 6% óxido de sodio.
- 10

15

El esfuerzo de tensión se midió en catorce puntos diferentes a lo largo de la superficie de un vidrio laminado curvo donde la frita fue pintada y vitrificada. Los resultados son mostrados en la siguiente tabla, y fueron menores que el estándar (≤ 8 MPa) para parabrisas:

20

Punto medido	Medida del esfuerzo de tensión [MPa]
1	1.6
2	4.1
3	1.1
4	1.9
5	3.4
6	6.7
7	1.7

8	1.9
9	4.3
10	1.6
11	1.3
12	4.4
13	5.3
14	1.2

La luminosidad medida de la frita del vidrio de este ejemplo también se midió y fue menos que 14 *L*.

- 5
3. Ejemplo 3. Un tercer ejemplo consiste en un parabrisas laminado que comprende una capa de vidrio exterior 201 de un vidrio de borosilicato estándar con espesor de 1.1 mm y una capa de vidrio interior 202 de aluminosilicato con espesor 0.7 mm. Una lámina PVB intermedia (4) de 0.76 mm que se ubica entre la capa exterior e interior. Una frita negra es impresa en la superficie número cuatro (104) de la capa de vidrio interior (202), la frita negra comprende la siguiente composición: 36% de dióxido de silicio, 10% de óxido de boro, 7% de óxido de bismuto (III), 28% de óxido de cromo (III), 16% de óxido de cobre (II) y 3% de óxido de aluminio.
- 10

15

El esfuerzo de tensión se midió en catorce diferentes puntos a lo largo de la superficie de un vidrio laminado curvo donde la frita fue pintada y vitrificada. Los resultados son mostrados en la siguiente tabla, y fueron menores que el estándar (≤ 8 MPa) para parabrisas:

Punto medido	Medida del esfuerzo de tensión [MPa]
1	0.7
2	0.5
3	1.5
4	1.4
5	0.4
6	0.4
7	1.4
8	1.6
9	1.6
10	1.9
11	0.9
12	0.8
13	0.7
14	1.8

20

La luminosidad medida de la frita del vidrio de este ejemplo también se midió y fue menos que 14 *L*.

Debe entenderse que la presente invención no está limitada a las modalidades descritas e ilustradas anteriormente. Un experto en la técnica entenderá que pueden llevarse a cabo numerosas variaciones y / o modificaciones que no se apartan del espíritu de la invención, que solo está definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una pintura inorgánica para sustratos de vidrio, que comprende un Coeficiente de Expansión Termal (CTE) más bajo o igual que el de los sustratos de vidrio.
2. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, que comprende boro, silicio, bismuto, zinc, cromo, cobre, hierro, molibdeno, aluminio, estaño, zirconio y óxidos de sodio.
3. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, que comprende 8-50% de óxidos de silicio, 5-15% de óxidos de boro, 0-45% de óxidos de bismuto, 0-20% de óxidos de cinc, 10-40% de óxidos de cromo, 5-25% de óxidos de cobre, 0-5% de óxidos de hierro, 0-1% de óxidos de molibdeno, 0-5% de óxidos de aluminio, 0-5% de óxidos de estaño, 0-3% de óxidos de circonio y 0-10% de óxidos de sodio.
4. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, en donde la pintura tiene un CET entre $30-70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{K}$.
5. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, en donde la pintura tiene un CET entre $30-55 \times 10^{-7} / ^\circ\text{K}$.
6. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, en la que la pintura tiene un CET entre $30-45 \times 10^{-7} / ^\circ\text{K}$.
7. La pintura inorgánica según la Reivindicación 1, en la que la pintura tiene una viscosidad menor o igual a 10^4 Poise a temperaturas entre 550°C y 750°C .
8. Un vidrio laminado que comprende:
 - a- una capa de vidrio exterior;
 - b- una capa de vidrio interior;
 - c- una capa plástica intermedia;
 - d- la pintura inorgánica de la Reivindicación 1;en donde al menos una de las capas de vidrio externas o internas tiene un CTE entre 30 hasta $65 \times 10^{-7} / ^\circ\text{K}$;
9. El laminado según la Reivindicación 8, en donde el vidrio es de la familia de aluminosilicato, aluminosilicato alcalino, borosilicato, boroaluminosilicato, boroaluminosilicato alcalino.
10. El laminado según la Reivindicación 8, en donde dicho laminado tiene una tensión máxima de 8 MPa y una compresión mínima de 5 MPa .
11. El laminado según la Reivindicación 8, en donde la banda de color negra está por debajo de 14 L .

Resumen de la invención

La presente invención divulga pinturas inorgánicas que comprenden un Coeficiente de Expansión Térmica (CTE, por sus siglas en inglés) menor o igual que el de los vidrios donde la pintura ha sido aplicada. La pintura inorgánica puede ser pintada sobre cualquier sustrato de vidrio, en donde la pintura inorgánica tiene una formulación química que adapta el CTE de la pintura para que no afecte significativamente los perfiles de tensión del vidrio, no genere fracturas y proporcione propiedades estéticas adecuadas al sustrato de vidrio. La pintura inorgánica comprende un CTE igual o menor que el del vidrio o sustratos de vidrio donde se aplica. También se describe un vidrio que incluye la pintura inorgánica de la invención.

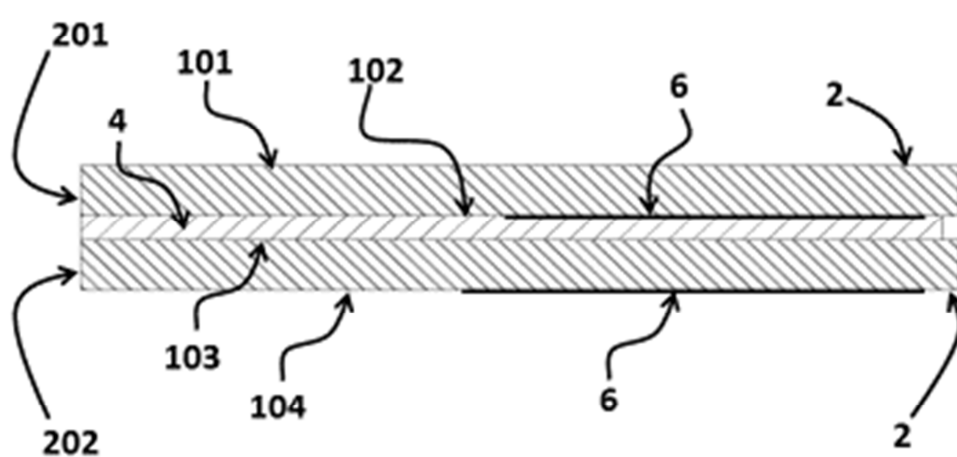


Fig. 1A

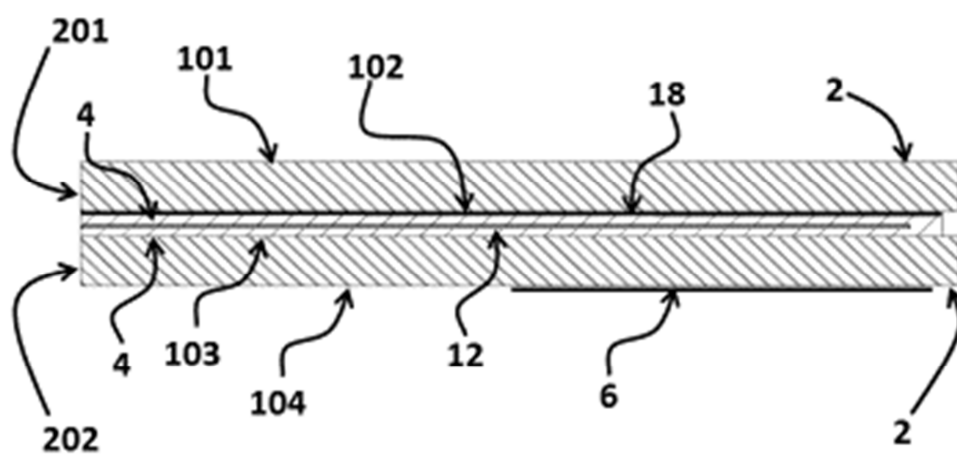


Fig. 1B

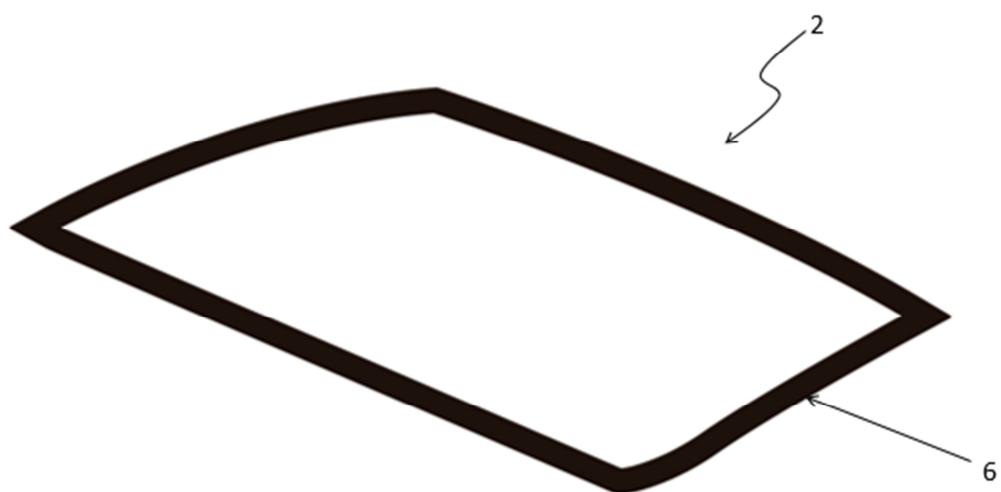


Figura 2