

LAMINADO CON UN OSCURECIMIENTO ORGANICO DELGADO

Antecedentes de la Invención

- Los oscurecimientos de frita de esmalte negro son serigrafiados comúnmente en vidrios laminados y templados de seguridad automotriz. Sin embargo, las fritas de esmalte negro son difíciles, poco prácticas, antieconómicas o imposibles de usar en vidrio que no poseen cal sodada, en vidrio que se templará químicamente y en vidrio con ciertos tipos de recubrimientos. Además, los oscurecimientos de frita negra debilitan el vidrio y pueden producir distorsión óptica.
- La práctica de aplicar oscurecimientos de frita de esmalte negro es habitual desde la década de 1980 cuando la industria pasó de los sistemas de montaje para parabrisas de canal de caucho y tira adhesiva de butilo a adhesivo de poliuretano (PU). Este cambio se hizo en respuesta al bajo rendimiento de seguridad de la tecnología anterior. Los parabrisas montados en canal/butilo se desprendían a menudo al impactar permitiendo que los ocupantes fueran expulsados del vehículo. Para mejorar la retención de los ocupantes en los vehículos en accidentes de tránsito, la industria cambió a montaje con adhesivo de poliuretano. Hoy en día, en los vehículos nuevos, el butilo ya no es utilizado y el montaje con canal de caucho sólo se ve en los vehículos comerciales y todo terreno.
- Una ventaja del sistema de montaje para parabrisas de tira de butilo era que la tira de butilo era lo suficientemente angosta para cubrirse con una moldura para ocultar el butilo y la brida de montaje del cuerpo. El canal de caucho tampoco requería un oscurecimiento del borde, ya que el caucho cubría tanto el borde del vidrio y la brida.
- Para permitir el uso de poliuretano, esto tuvo que cambiar. Para obtener la resistencia de unión requerida entre el vehículo y el vidrio, se descubrió que el cordón de poliuretano debía ser sustancialmente más ancho que la tira de butilo anterior. Con una anchura mínima de 19 mm, ya no era práctico ocultar el adhesivo de la vista desde el exterior con una moldura debido a la anchura que se requeriría.
- Los oscurecimientos han sido históricamente negros. Una de las razones de esto proviene de las limitaciones impuestas por fritas de cerámica. Es difícil producir

fritas en colores que no sean negros, con la durabilidad necesaria y en las que el color se puede replicar de forma confiable de lote a lote. La otra razón es estética. Un oscurecimiento negro irá con cualquier color de pintura. Este oscurecimiento de frita de esmalte negro se denomina comúnmente "banda negra".

- 5 El oscurecimiento de frita negra serigrafiada cumple un papel funcional y estético. La serigrafía 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 causa. También sirve para ocultar el adhesivo de la vista desde el exterior del vehículo.
- 10 El oscurecimiento debe ser duradero, permaneciendo útil durante la vida del vehículo bajo toda exposición y condiciones climáticas. Parte del requisito estético es que tenga un color negro brillante e intenso, sea uniforme de una parte a otra y sea durable en el tiempo. Una parte producida hoy debe coincidir con una que fue producida y que se encontraba en servicio hace 20 años. Las piezas también deben
- 15 coincidir con otras partes del vehículo que pueden no haber sido fabricadas por el mismo fabricante o con la misma formulación de frita. Se han desarrollado tintas automotrices para las fritas que pueden cumplir estos requisitos.

- La frita de esmalte negro se compone de pigmentos, portadoras, aglutinantes y vidrio finamente molido. Otros materiales también se añaden a veces para mejorar
- 20 ciertas propiedades: temperatura de vitrificado, anti-adherencia, resistencia química, etc. La frita se aplica al vidrio usando un proceso de serigrafiado o inyección de tinta antes de calentar y curvar el vidrio. A medida que el vidrio plano se calienta durante el proceso de curvado, el vidrio en polvo en la frita se reblandece y se funde, fusionándose a la superficie del vidrio. La serigrafía se convierte en una
- 25 parte permanente del vidrio. Se dice que la frita está "vitrificada" cuando esto ocurre. Este es un proceso de vitrificación que es muy similar al proceso utilizado para aplicar acabados de esmalte en accesorios de baño, cerámica, porcelana y electrodomésticos.

- El vidrio flotado parece estar casi perfecto. Cualquier defecto que pueda estar
- 30 presente es tan pequeño que no es visible a simple vista. Pero, de hecho, a nivel microscópico, la superficie aparece áspera y puede verse como salpicada de defectos. Cuando el vidrio se coloca en tensión, estos defectos superficiales tienden

a abrirse y expandirse, eventualmente conduciendo al fallo. Por lo tanto, el vidrio laminado para automóviles casi siempre falla bajo tensión. Incluso cuando no se coloca en tensión, los defectos superficiales reaccionarán con la humedad y lentamente "crecerán" con el tiempo. Este fenómeno se conoce como crecimiento
5 lento de grietas.

Una frita negra vitrificada aumenta los defectos superficiales. Esto se puede ver si el pigmento negro de un oscurecimiento por vitrificación se disuelve químicamente. La superficie del vidrio tendrá un aspecto mate, como vidrio arenado o grabado químicamente. La apariencia congelada se debe a la gran cantidad de defectos
10 superficiales presentes en el vidrio fundido. Esto hace que la superficie sea más débil aumentando la probabilidad de rotura. Las pruebas han demostrado que el vidrio con frita negra falla a un nivel de tensión que es sustancialmente inferior al vidrio que no tiene frita negra.

Otro problema surge de los gradientes térmicos que se producen durante el proceso de curvado. Como era de esperar, la frita negra absorbe más radiación térmica que
15 el vidrio transparente. La radiación térmica es la fuente de calor predominante utilizada para curvar el vidrio. Las áreas de la frita negra del vidrio se ponen más calientes que las áreas claras adyacentes. Con el vidrio siendo un mal conductor de calor, los gradientes en el orden de las decenas de grados centígrados pueden
20 presentarse sobre una distancia corta. Estos altos gradientes térmicos abruptos en la superficie producen distorsión óptica y alta tensión residual a lo largo del borde interior de la banda negra. Esto se conoce en la industria como la línea de "quemado". Esto se puede ver a menudo a lo largo de los bordes del oscurecimiento negro encontrado en los bordes de la mayoría de los parabrisas.

Un método utilizado para abordar el problema de la línea de quemado es el desvanecimiento de puntos. Comenzando en el borde sólido interno de la pintura
25 negra, se pintan en el vidrio filas de puntos cada vez más pequeños. Este es el mismo principio que se utiliza en la impresión en escala de grises. Esto reduce la tasa de cambio en la temperatura de la superficie, extendiéndola sobre un área más amplia. El desvanecimiento de puntos también ayuda a ocultar la distorsión. Sin
30 embargo, en algunas partes, incluso un amplio desvanecimiento de puntos no es suficiente para eliminar toda la distorsión. También puede que no sea posible un

amplio desvanecimiento de puntos dependiendo del tamaño de la abertura y de los requisitos reglamentarios para la visión del conductor. Los patrones de desvanecimiento de puntos tampoco son deseables ya que aumentan el costo de producción del laminado debido al alto costo y a la corta vida de la serigrafía y
5 además a la gran tasa de rechazo debido a los defectos de la serigrafía.

La frita negra interfiere con el proceso de recocido. El vidrio laminado, como se requiere para los parabrisas, debe ser recocido para cumplir con los requisitos de seguridad. El vidrio se recuece calentando el vidrio en el rango de transición vítrea para suavizarlo, dejándolo en remojo durante un cierto período de tiempo para
10 permitir que se alivie cualquier tensión, y luego lentamente se enfría a través del rango de transición vítrea hasta que el vidrio se congele. Lo ideal sería tener una condición isotérmica. Sin embargo, la frita negra absorbe la radiación térmica. La frita negra se calienta mucho más que las porciones sin pintar. Como resultado, las áreas de frita negra permanecen blandas y solo se congelan después del
15 enfriamiento de las porciones claras, lo que produce tensión residual, que puede exceder 1000 PSI en el laminado.

Otro problema es el desencaje de superficie. Un laminado está compuesto por al menos dos capas de vidrio. La frita se aplica típicamente a sólo una de las capas de vidrio. Esto puede provocar ligeras diferencias en la forma de las superficies.
20 Cuando las dos superficies son forzadas a permanecer juntas durante la laminación, la falta de coincidencia da como resultado una tensión residual en el laminado.

Por estas razones, sería deseable minimizar o eliminar oscurecimientos de frita negra. Sin embargo, las áreas de parabrisas con oscurecimiento de frita negra han aumentado en los últimos años. Hay muchas razones por las que esto está
25 ocurriendo.

El uso de cámaras, que requieren un amplio campo de visión y un alto nivel de claridad óptica, también está creciendo a un ritmo acelerado con la introducción de vehículos con capacidad de operación autónoma a varios niveles. Las cámaras generalmente deben montarse en el parabrisas en el área del limpiaparabrisas. Las
30 primeras aplicaciones iniciales fueron para la visión nocturna. Hoy en día, se utilizan sistemas basados en cámaras para proporcionar una amplia gama de funciones de seguridad, incluyendo control de cruce adaptativo, detección de

obstáculos, alerta de salida de carril y soporte para operación autónoma. Muchas de estas aplicaciones requieren el uso de múltiples cámaras. Un campo de visión claro y sin distorsiones, con una doble imagen mínima, es especialmente crítico para que los sistemas basados en cámaras funcionen según lo previsto. Es esencial que estos sistemas puedan diferenciar rápidamente entre objetos, capturar texto, identificar letreros y operar con un mínimo de iluminación. Además, a medida que la resolución de las cámaras incrementa, la necesidad de un campo de visión claro y sin distorsión aumenta.

Mientras que diversos métodos de cobertura y estilización pueden ser utilizados para ocultar los componentes y cables desde el interior, también es necesario mantener líneas limpias y una buena estética cuando el vehículo se observa desde el exterior.

La práctica estándar ha sido extender la banda negra para crear un oscurecimiento en la superficie número cuatro **104** (Figura 1A) con aberturas en el oscurecimiento para proporcionar el campo de visión requerido.

Cuando la banda negra (frita) se extiende hacia abajo desde el centro superior para crear un oscurecimiento **6** (Figura 1A) en la superficie número cuatro **104**, la distorsión y la tensión pueden convertirse en un problema importante. Esto es porque la banda negra se extiende más allá del borde en el área en la que se debe aplicar más calor para curvar el vidrio. La gran superficie del oscurecimiento aumenta la probabilidad de rotura debido a los defectos de superficie y a la tensión introducida por la frita. Este también es un área de visualización crítica.

Un parabrisas panorámico es un parabrisas en el que el borde superior del vidrio se ha extendido para incluir al menos una parte del techo que proporciona al ocupante un campo de visión vertical extendido.

En el caso de un parabrisas panorámico, el problema es aún más pronunciado ya que el oscurecimiento se extiende varios centímetros desde el borde superior y está situado cerca del punto más débil del parabrisas. Esto es también donde las temperaturas más altas se requieren para curvar el vidrio.

Una posible solución es imprimir el oscurecimiento en la capa intermedia de plástico en lugar del vidrio. Hasta la fecha, la aplicación principal para las capas intermedias

impresas ha sido para laminados arquitectónicos, proporcionando un medio para producir colores vivos y patrones a 600DPI que nunca antes habían sido posibles. Sin embargo, poco se ha hecho en el mercado automotriz. Una de las razones es que las fritas serigrafiadas proporcionan un alto grado de protección contra los rayos UV, que es necesario para proteger el poliuretano utilizado para unir el laminado a la abertura del vehículo. Las tintas impresas en la capa intermedia no tienen el mismo nivel de opacidad y capacidad de bloqueo de UV que las fritas.

Otra razón es que las tintas impresas en capas intermedias no proporcionan el negro brillante e intenso de una frita vitrificada. Esto se debe a la cantidad limitada de tintas que están disponibles para ser impresas en capas intermedias.

Además, las diversas capas intermedias en uso son todas termoplásticas con puntos de transición vítrea en el rango de temperatura ambiente o inferior. Como tal, las láminas están endebles y es difícil trabajar con ellas. Las láminas no se prestan bien a los sistemas automatizados de alimentación de los típicos equipos de impresión.

Otra área donde las fritas negras serigrafiadas presentan desafíos es en control solar.

En respuesta a los requisitos normativos del gobierno para una mayor 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 clave de esta estrategia para mejorar la eficiencia ha sido el control solar. Al reducir la carga solar en el vehículo, se pueden lograr mejoras sustanciales en el consumo de energía, especialmente en climas más cálidos. Se mejora la aerodinámica al reducir la carga en la unidad de aire acondicionado y permitir el funcionamiento del vehículo con las ventanas cerradas. Esto es especialmente importante para vehículos eléctricos donde la mejora se traduce directamente en el aumento de la autonomía del vehículo.

Los vidrios absorbentes de infrarrojos (IR) y reflectantes de infrarrojos son las dos tecnologías principales que se utilizan para mejorar el control solar.

El vidrio absorbente de infrarrojos tiene un contenido de hierro más alto que el vidrio transparente ordinario, lo que le da un tono verdoso. Los compuestos de hierro en el vidrio absorben la energía solar. Al absorber la energía antes de que ingrese al compartimiento de pasajeros, se reduce la carga solar en el vehículo. Si bien las
5 ventanas absorbentes de infrarrojos pueden ser muy efectivas para reducir la carga solar, el vidrio se calentará y transferirá parte de la energía absorbida al compartimiento de pasajeros a través de transferencia por convección y radiación. Así, este vidrio se calentará más que el vidrio transparente ordinario.

Un método más eficiente es reflejar la energía a la atmósfera antes de que pueda
10 calentar el vidrio o el interior de la cabina. Esto se hace usando varias películas y recubrimientos que reflejan en el infrarrojo.

Los recubrimientos reflectantes de infrarrojos incluyen, pero no se limitan a diversos recubrimientos matálicos/dieléctricos en capas aplicados principalmente mediante un proceso de Deposición al Vacío por Pulverización Catódica con Magnetron
15 (MSVD, por sus siglas en inglés), así como otros conocidos en la práctica que se aplican a través de métodos pirolíticos, pulverización, deposición química de vapor (CVD, por sus siglas en inglés), inmersión y otros.

El mayor problema, con respecto al recubrimiento reflectante IR, es que los recubrimientos no son compatibles con las fritas. La fritada dañará el recubrimiento si
20 la fritada se imprime después de que el vidrio ha sido recubierto. La fritada primero debe ser impresa en el vidrio, vitrificada y luego recubierta. Muy pocos fabricantes tienen esta capacidad, ya que requiere una gran inversión de capital. Otro inconveniente es que la fritada negra absorbe energía solar y puede calentarse mucho.

Otro problema es aplicar oscurecimientos a vidrios que no poseen cal sodada.

25 Históricamente, las ventanas se han fabricado con vidrio estándar de cal sodada. Esta es la formulación más común y económica y representa un gran porcentaje de las producciones de vidrio del mundo, tanto para ventanas como para contenedores. Se conocen otros tipos de vidrio, pero se han reservado principalmente para aplicaciones especiales. Cada vez más, los tipos de vidrio no estándar encuentran
30 aplicación en el laminado para automóviles. Allí se usan para proporcionar vidrios más delgados y livianos. Si bien existen muchos tipos de tintas disponibles para

imprimir en vidrio de cal sodada, existen muy pocas, si las hubiera, para el vidrio que no posee cal sodada debido a las diferencias en la química, y en el proceso.

Otro elemento clave de la 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, tienen mayor utilidad que los materiales y procesos que sustituyen debido a su menor peso y el correspondiente aumento de eficiencia de combustible. A veces, los nuevos materiales y procesos traen con ellos funcionalidad agregada, además de su peso más ligero. El vidrio automotriz no ha sido la excepción a esta tendencia.

Sin embargo, existen límites para reducir el espesor del laminado utilizando vidrio recocido de cal sodada. La tensión bajo la carga del viento siempre ha sido un factor a considerar. Con la tendencia a aumentar el tamaño de los parabrisas, la carga de viento es aún más preocupante. El vidrio también se está convirtiendo en un elemento estructural cada vez más en vehículos. El vidrio contribuye a la rigidez y la fuerza del automóvil. El vidrio fijo, una vez unido con un poliuretano curado relativamente blando, se monta con adhesivos de módulo alto. Como resultado, el vidrio, una vez aislado mediante juntas de caucho y adhesivos de butilo blandos, se encuentra más sujeto frente a la carga generada por los baches de la carretera y la torsión del vehículo.

Hoy en día, los parabrisas con una capa exterior de 2.1 mm, una capa interior de 1.6 mm y una capa intermedia de plástico de 0.76 mm que suman un poco menos de 4.5 mm de espesor total se están volviendo comunes. Esto puede estar cerca del límite de lo que se puede hacer con el vidrio convencional recocido de cal sodada. Cada vez más, tipos de vidrio no estándar se están abriendo paso en las aplicaciones automotrices a medida que continúa la búsqueda de vidrios más delgados, livianos, duraderos y más resistentes.

Las capas de vidrio pueden ser recocidas o reforzadas. Hay dos procesos que pueden usarse para incrementar la tenacidad del vidrio. El endurecimiento térmico, en el que el vidrio caliente se enfría rápidamente (templado) y el templado químico, que alcanza el mismo efecto a través de un tratamiento de intercambio iónico.

En el proceso de templado químico, iones dentro y cerca de la superficie son reemplazados por iones de mayor tamaño. Esto genera compresión en la superficie externa del vidrio. Esfuerzos de compresión de hasta 1,000 MPa son posibles. Los métodos típicos implican sumergir el vidrio en un tanque de sal fundida donde tiene
5 lugar el intercambio iónico.

El templado químico presenta un desafío para los vidrios en donde se necesita un oscurecimiento. Por lo general, una frita negra se imprime directamente sobre la superficie del vidrio antes de curvarlo. Sin embargo, para templar químicamente, la superficie del vidrio no debe tener pintura o recubrimientos que interfieran con el
10 proceso de intercambio iónico. Por lo tanto, las tintas negras orgánicas se aplican después de curvar y templar químicamente. Este es un proceso costoso y laborioso. Además, las tintas orgánicas no son tan duraderas como sus equivalentes de cerámica.

Sería ventajoso poder producir un laminado para automóviles con un oscurecimiento
15 que no tenga estos inconvenientes.

Descripción general de la Invención

El laminado de la invención está compuesto por al menos dos capas de vidrio con caras principales opuestas unidas entre sí por medio de una capa adhesiva
20 intermedia de plástico. Se forma al menos un oscurecimiento integrado al laminado cortando una lámina delgada de plástico a la forma e insertándolo en el laminado, a medida que se ensamblan las capas laminadas. Debido a la delgadez del oscurecimiento y la composición, no se necesita compensación para el cambio de espesor en el borde interior del oscurecimiento.

La formación de un oscurecimiento integrado al laminado mediante la inserción de una lámina delgada de plástico permite el uso de recubrimientos que no son compatibles con fritas, elimina la necesidad de usar tinta orgánica para pintar después de curvar en un vidrio templado químicamente y en un vidrio para el que no hay frita disponible, mejora la calidad óptica (menor distorsión reflejada y
30 transmitida, un módulo de función de transferencia mejorado y menor separación de doble imagen), proporciona estética y rendimiento comparable a la frita de esmalte

negro vitrificada con el mismo negro brillante e intenso tal como la frita negra, mejora la probabilidad de rotura, no requiere compensación por espesor y puede fabricarse utilizando procesos y equipos estándar de vidrio automotriz.

5 Breve Descripción de las Figuras

Estas características y ventajas de la presente invención se harán evidentes a partir de la descripción detallada de las siguientes realizaciones junto con los dibujos adjuntos, en los que:

FIG. 1A muestra una sección transversal de un laminado automotriz típico con
10 oscurecimientos de frita negra en las superficies dos y cuatro.

FIG. 1B muestra una sección transversal de un laminado con una película reflectante IR o una película conmutable dispuesta entre dos capas intermedias de plástico transparente a cada lado de la película, y dos oscurecimientos de PVB sin plastificante de 50 μm de espesor en las superficies dos y tres.

15 FIG. 2 muestra una vista de despiece de un parabrisas que comprende un oscurecimiento de PVB sin plastificante.

FIG. 3 muestra una vista de despiece de un parabrisas panorámico que comprende un oscurecimiento de PVB sin plastificante alrededor de la periferia y un oscurecimiento PVB sin plastificante adicional separado para el área de la cámara.

20 FIG. 4 muestra una vista de despiece de un techo panorámico que comprende un oscurecimiento PVB sin plastificante.

FIG. 5 muestra una vista de despiece de un techo panorámico que comprende un oscurecimiento PVB sin plastificante que oculta bordes y barras colectoras de una película conmutable de transmitancia de luz variable desde el exterior del vehículo.

25 FIG. 6 muestra una vista de despiece de un techo panorámico que comprende un oscurecimiento PVB sin plastificante que oculta bordes y barras colectoras de una película conmutable de transmitancia de luz variable desde el exterior del vehículo y un segundo oscurecimiento PVB sin plastificante que oculta el mismo desde el interior del vehículo.

Numerales de Referencia

2	Vidrio
4	Capa adhesiva intermedia de plástico
6	Oscurecimiento de Frita Negra
16	Polivinilbutiral sin plastificante
18	Recubrimiento reflectante IR
24	Película reflectante IR
34	Barra colectora
44	Película conmutable
101	Superficie uno
102	Superficie dos
103	Superficie tres
104	Superficie cuatro
201	Capa exterior de vidrio
202	Capa interior de vidrio

5 Descripción Detallada de la Invención

La siguiente terminología se usa para describir el vidrio laminado de la invención.

En la Figura 1A 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**. La cara opuesta en la misma capa exterior **201** es la superficie dos **102**. La superficie del vidrio que está en el interior del vehículo se denomina superficie cuatro **104**. La cara opuesta en la misma capa interior de vidrio **202** es la superficie tres **103**. 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 están compuestos comúnmente de

frita de esmalte negro impresa en cualquier superficie ya sea en la superficie dos **102**, superficie cuatro **104**, o ambas. El laminado también puede comprender un recubrimiento **18** (Figura 2) en una o más de las superficies.

Los tipos de vidrio 2 que se pueden usar incluyen pero no se limitan a: la común
5 variedad de cal sodada típica del vidrio automotriz así como aluminosilicato, aluminosilicato de litio, borosilicato, vitrocerámica y las diversas composiciones amorfas, sólidas e inorgánicas que experimentan una transición vítrea y se clasifican como vidrio incluidas aquellas que no son transparentes. Las capas de vidrio pueden estar compuestas por composiciones de vidrio absorbentes de infrarrojos,
10 así como por recubrimientos reflectantes de infrarrojos y otros tipos de recubrimientos.

El vidrio laminado de seguridad se fabrica uniendo dos láminas **201**, **202** de vidrio recocido usando una capa adhesiva de plástico compuesta por una lámina fina de termoplástico transparente **4** (capa intermedia) como se muestra en la Figura 1. El
15 vidrio recocido es un vidrio que se ha enfriado lentamente desde la temperatura de curvado a través del rango de transición vítrea. Este proceso alivia cualquier tensión dejada en el vidrio luego del proceso de curvado. 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
20 rompecabezas por la capa de plástico que ayuda a mantener la integridad estructural del vidrio. Un vehículo con un parabrisas roto todavía puede ser operado. 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, mejora la retención de los ocupantes.

25 Las capas de vidrio se forman utilizando el curvado por gravedad, curvado por presión, curvado en frío o cualquier otro medio convencional conocido en la técnica. En el proceso de curvado por gravedad, el vidrio plano se sostiene cerca del borde del vidrio y luego se calienta. El vidrio caliente se padea a la forma deseada bajo la fuerza de la gravedad. En el proceso de curvado por presión, el vidrio plano se
30 calienta y luego se curva sobre la superficie parcial o total de un molde. La presión del aire y el vacío se utilizan a menudo para ayudar en el proceso de curvado. Los

métodos de curvado por gravedad y por presión para formar vidrio son conocidos en la técnica y no se discutirán en la presente divulgación.

El curvado en frío es una tecnología relativamente nueva. Como su nombre sugiere, el vidrio se curva en frío hasta su forma final sin el uso de calor. En partes con
5 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 curvar sin inducir niveles de tensión suficientemente altos para aumentar significativamente la probabilidad de rotura a largo plazo. Las láminas delgadas de vidrio de cal sodada, con espesores
10 de aproximadamente 1 mm, pueden ser curvadas en formas cilíndricas de radios grandes (mayores de 6 m). Cuando el vidrio se refuerza química o térmicamente, el vidrio puede soportar niveles mucho más altos de tensión y se puede curvar a lo largo de ambos ejes principales. El proceso se utiliza principalmente para curvar láminas de vidrio delgadas químicamente templadas (≤ 1 mm).

15 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 como aproximadamente 8 metros. Por supuesto, depende mucho de la superficie de las piezas, de los tipos y espesores de los sustratos.

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

25 El vidrio a curvarse en frío se coloca sobre una capa de vidrio curvada a la forma y una capa adhesiva colocada entre el vidrio a curvarse en frío y la capa de vidrio curvada. El conjunto se coloca en lo que se conoce como bolsa de vacío. La bolsa de vacío es un conjunto hermético de láminas de plástico, que encierra el ensamble y se une en los bordes, permitiendo que el aire sea evacuado del conjunto y también
30 presionando el ensamble forzando las capas a permanecer en contacto. El ensamble, en la bolsa de vacío evacuada, luego se calienta para sellarse. El ensamble 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 moldeado a la forma de la capa de vidrio curvada y se fija permanentemente. El proceso de curvado en frío es muy similar a un proceso estándar de bolsa de vacío /autoclave, conocido en la técnica, excepto por tener una
5 capa de vidrio sin curvar añadida a la pila de vidrio.

El laminado de la invención puede incluir capas de transmitancia de luz variables. Para controlar el nivel de transmisión de luz a través del laminado, hay muchas tecnologías disponibles: películas electrocrómicas, fotocromicas, termocrómicas y sensibles a campos eléctricos que están diseñadas para ser incorporadas al vidrio
10 laminado. De interés son las películas de dispositivos de partículas en suspensión (SPD, por sus siglas en ingles) y las películas de cristales líquidos dispersos en polímero (PDLC, por sus siglas en inglés) que pueden cambiar rápidamente su transmitancia de luz en respuesta a un campo eléctrico.

SPD es una tecnología de tinte variable cuyo nivel de tinte se puede controlar y
15 variar en respuesta a un campo eléctrico aplicado. SPD pasa de oscuro en estado desactivado a menos oscuro en estado activado. En una película SPD, gotas microscópicas de fluido que contienen partículas similares a agujas, se suspenden en una matriz. En estado desactivado, las partículas están en un estado de alineación aleatorio y bloquean la transmisión de luz. El grado de alineación y el
20 tinte resultante se pueden variar en respuesta al voltaje aplicado. La transmitancia de la luz en los estados de activado y desactivado también se puede cambiar mediante cambios en el espesor y la composición del material activo. En estado desactivado, aún es posible ver claramente a través de SPD.

El vidrio con tecnología SPD se produce al agregar una película especial a un
25 laminado. La construcción típica de la película está compuesta por el material activo entre dos capas delgadas de plástico que tienen un recubrimiento conductor transparente en cada una. La película se lamina entre dos capas intermedias de plástico.

PDLC es una tecnología de dispersión de luz que va desde opaco en estado
30 desactivado a transparente en estado activado. En una película de PDLC, se suspenden gotas microscópicas de cristal líquido en una matriz polimérica. En estado desactivado, los cristales líquidos están en un estado aleatorio de alineación

y dispersan la luz proporcionando privacidad. En estado desactivado, la película es sustancialmente opaca. Cuando se aplica un campo eléctrico, los cristales se alinean y dejan pasar la luz. El grado de dispersión se puede variar mediante la variación de la amplitud del voltaje aplicado. El nivel de transmitancia de la luz en los estados activado y desactivado también se puede modificar realizando cambios en el espesor y la composición del material activo. PDLC es principalmente un producto de privacidad, aunque también se puede usar para control solar ya que reduce la energía solar transmitida.

Los laminados que incorporan estas tecnologías de transmitancia de luz variable a veces se conocen como vidrio "inteligente" o conmutable

El vidrio flotado de cal sodada, totalmente templado térmicamente, con un esfuerzo de compresión en el rango de por lo menos 70 MPa, puede ser empleado en todas las posiciones del vehículo menos el parabrisas. El vidrio templado térmicamente posee una capa a alta compresión en su cara externa, balanceada por la tensión de la cara interna del vidrio que se produce por el rápido enfriamiento del vidrio caliente y blando. Cuando un vidrio templado se rompe, la tensión y compresión dejan de estar equilibradas y el vidrio se rompe en pequeños trozos con bordes romos. El vidrio templado es mucho más fuerte que el vidrio laminado recocido. Los límites de espesor de vidrio para el típico proceso de templado térmico automotriz están en el rango de 3.2mm a 3.6mm. Esto se debe a la rápida transferencia de calor que se requiere. No es posible conseguir la alta compresión superficial requerida con vidrio delgado usando sistemas convencionales de temple por presión de aire o aire soplado.

La capa adhesiva de plástico **4** (capa intermedia) tiene la función principal de unir entre sí las caras principales de capas adyacentes. El material seleccionado es típicamente un plástico termoestable transparente.

Para uso en el automóvil, la capa adhesiva **4** (capa intermedia) comúnmente usada es el polivinilbutilo (PVB). El PVB tiene una excelente adhesión al vidrio y es ópticamente transparente una vez laminado. Se produce por la reacción entre el alcohol polivinílico y el n-butiraldehído. El PVB es transparente y tiene una alta adhesión al vidrio. Sin embargo, el PVB es demasiado frágil. Se deben agregar plastificantes para hacer que el material sea flexible y para proporcionar la

capacidad de disipar la energía en un amplio rango sobre el rango de temperatura requerido para un automóvil. Solo un número pequeño de plastificantes son utilizados. Son típicamente ésteres dicarboxílicos lineales. Dos de uso común son di-n-hexil adipato y tetra-etilenglicol di-n-heptanoato. Una capa intermedia de PVB automotriz típica está compuesta por 30-40% de plastificante por peso.

Además del polivinilbutilo, pueden usarse también polímeros ionoplásticos, acetato de etileno y vinilo (EVA, por sus siglas en inglés), resina líquida fundida (CIP, por sus siglas en inglés) y poliuretano termoplástico (TPU, por sus siglas en inglés). Las capas intermedias automotrices se fabrican mediante un proceso de extrusión con tolerancia de espesor y variación de proceso. Como una superficie lisa tiende a adherirse al vidrio, es difícil colocarla sobre el vidrio y atrapar el aire. Para facilitar el manejo de la lámina de plástico y la eliminación de aire (desaireación) del laminado, la superficie del plástico normalmente está en relieve, lo que contribuye a la variación adicional de la lámina. El espesor estándar para la capa intermedia de PVB automotriz se encuentra entre 0.38 mm y 0.76 mm (15 y 30 mil).

Las capas intermedias están disponibles en una amplia gama de colores que varían en transparencia desde transparente a sustancialmente opaco.

Mientras que las láminas de PVB con plastificante están endebles a temperatura ambiente, el PVB sin plastificante (NPPVB, por sus siglas en inglés) es rígido. El PVB sin plastificante se puede producir en láminas tan delgadas como 10 µm.

Como regla general, una película, barra colectora, sensor, cable, conductor u otros objetos se pueden laminar si el grosor no es mayor de 1/3 del grosor total de la capa intermedia. La capa intermedia es suave a temperatura ambiente. Durante el proceso de laminación, la capa intermedia se trata a alta temperatura y fluirá para adaptarse al objeto añadido. El espesor máximo dependerá de otros factores tales como las dimensiones del objeto, el espesor del vidrio, la resistencia del vidrio y la capa intermedia específica; así como el tiempo, la temperatura y la presión del ciclo de laminación. Si el objeto es demasiado grueso, el vidrio puede romperse. Distorsión objetable también puede ocurrir. Con todos los demás factores permaneciendo igual, poco espesor siempre es mejor con respecto al riesgo de rotura y distorsión.

En una realización preferida, el oscurecimiento de la invención se produce cortando una lámina delgada de PVB sin plastificante negro a la forma deseada y luego insertando la lámina cortada en el laminado. El PVB sin plastificante tiene una excelente adhesión tanto al vidrio como a la capa intermedia de PVB normal, así como a todas las películas de rendimiento comunes tales como reflectante de IR y películas conmutables que se encuentran en el mercado. El PVB y el NPPVB se volverán viscosos y fluirán bajo el calor y la presión del proceso de laminación, lo que permitirá una deformación aún mayor que con otros materiales como el PET que no fluye. Parte del plastificante del PVB normal migra al PVB sin plastificante para mejorar aún más las propiedades. Un laminado fabricado por este proceso pasará todas las pruebas de homologación del gobierno y la industria, al igual que un laminado estándar. De hecho, el laminado de la invención es más fuerte ya que no se usa frita negra vitrificada, aunque algunas modalidades pueden usar un oscurecimiento de PVB sin plastificante junto con una frita negra impresa estándar, cuando sea conveniente como se ilustra en los ejemplos. La óptica en el área adyacente al oscurecimiento se mejora notablemente sobre la de una frita negra vitrificada, debido a la ausencia de la distorsión de la línea de quemado y la tensión residual.

Las láminas de PVB sin plastificante pueden cortarse utilizando los mismos medios utilizados para PVB normal. Por lo general, el PVB es troquelado o cortado por CNC. Varias láminas se pueden cortar al mismo tiempo. La rigidez del material facilita el manejo. Si bien la tasa de desperdicios puede ser alta, todo el desperdicio puede reciclarse y finalmente utilizarse. Dado el poco espesor del PVB sin plastificante, no se necesita nada para compensar el cambio en el espesor de la capa. El espesor del PVB sin plastificante no es más de un tercio del espesor total de la capa que separa las capas de vidrio. Generalmente, se usará una lámina con un espesor menor o igual a 70 μm , preferiblemente menor o igual a 50 μm y aún más preferiblemente menor o igual a 20 μm . Poco espesor siempre es mejor en lo que respecta a la laminación. Cabe señalar que el espesor de la frita negra vitrificada está en el rango de 10 - 20 μm .

Si es necesario, el oscurecimiento de la banda negra NPPVB y la capa intermedia estándar se pueden unir entre sí mediante el uso de calor o un solvente. Esto puede hacerse si la lámina de capa intermedia/oscurecimiento se monta antes del

ensamblaje del laminado. De lo contrario, se ensamblan juntos de la manera normal durante el paso en el que la capa intermedia estándar se coloca entre las dos capas de vidrio curvadas durante la parte de montaje del proceso de laminación.

5 Como el NPPVB tiene una excelente adhesión al vidrio cuando se lamina en contacto con el PVB normal, el oscurecimiento puede colocarse en el laminado junto a cualquiera de las superficies de vidrio internas **102, 103**.

10 Las posibles modalidades de la invención incluyen, pero no están limitadas, a un plástico NPPVB. Pueden sustituirse otros plásticos que pueden servir para la misma función, incluyendo un PVB parcialmente plastificado y otros que tienen una durabilidad, transparencia, claridad y adhesión comparables a los diversos sustratos laminados para automóviles según sea necesario, sin apartarse del concepto de la invención. Alternativamente, esfuerzos de elongación pueden ser aplicados a algunos plásticos, de modo que se obtiene un plástico estirado que no requiere compensación debido al reducido cambio de espesor.

15 Los laminados hechos de esta manera tienen una estética y un rendimiento sorprendentemente buenos. Visto uno al lado del otro, los laminados fabricados por ambos métodos, frita negra frente a plásticos delgados negros, son prácticamente indistinguibles con el laminado de la invención teniendo el mismo aspecto negro brillante e intenso que la frita negra. La probabilidad de rotura es un 20% mejor,
20 medida por la prueba de anillos concéntricos. La calidad óptica es mesurablemente mejor dada una distorsión reflejada y transmitida sorprendentemente menor, un módulo de función de transferencia mejorada y una menor separación de doble imagen.

Ejemplos

25 Ejemplo 1

El parabrisas laminado ilustrado en la Figura 2 está compuesto por un vidrio transparente estándar de cal sodada, capa de vidrio exterior **201** de 2.5 mm de espesor y una capa de vidrio interior **202** verde solar (conocido como solar green en inglés) de cal sodada de 2.1 mm de espesor. La superficie dos **102** (Figura 1A) de la
30 capa de vidrio exterior **201** tiene un recubrimiento reflectante de IR **18** con eliminación de bordes de 6 mm. Se corta una lámina de 20 μ m de NPPVB **16**

sustancialmente opaca y se inserta en el laminado con una capa intermedia **4** de PVB de 0.76 mm de espesor. El laminado ensamblado se procesa, utilizando un equipo estándar de laminación automotriz.

Ejemplo 2

5 El parabrisas panorámico laminado ilustrado en la Figura 3 está compuesto por un vidrio transparente estándar de cal sodada, capa de vidrio exterior **201** de 2.5 mm de espesor y una capa de vidrio interior **202** verde solar cal sodada de 2.1 mm de espesor. La superficie dos **102** (Figura 1A) de la capa de vidrio exterior **201** tiene un recubrimiento reflectante de IR **18** con eliminación de bordes de 6 mm. Una lámina
10 de 20 µm de NPPVB sustancialmente opaca se corta para formar el oscurecimiento **16** de banda negra de la periferia. Una segunda lámina de NPPVB sustancialmente opaca de 20 µm se corta para formar el oscurecimiento **16** del área de la cámara ubicado en el centro superior del parabrisas. Ambos oscurecimientos se insertan en
15 el laminado con una capa intermedia **4** de PVB de absorción solar de 0.76 mm de espesor. El ensamblado laminado se procesa, utilizando un equipo estándar de laminación automotriz.

Ejemplo 3

El techo panorámico laminado ilustrado en la Figura 4 está compuesto por un vidrio de cal sodada transparente estándar, capa de vidrio exterior **201** de 2.5 mm de
20 espesor y una capa de vidrio interior **202** verde solar de cal sodada de 2.1 mm de espesor. La superficie dos **102** (Figura 1A) de la capa de vidrio exterior **201** tiene un recubrimiento reflectante de IR **18** con eliminación de bordes de 6 mm. Se corta una lámina de 20 µm de NPPVB **16** sustancialmente opaca y se inserta en el laminado con una de capa intermedia **4** de PVB de 0.76 mm de espesor. Un oscurecimiento
25 de frita negra **6** está impreso en la superficie número cuatro **104** de la capa de vidrio interior **202**. El laminado ensamblado se procesa, utilizando equipo estándar de laminación automotriz.

Ejemplo 4

El techo panorámico laminado ilustrado en la Figura 5 está compuesto por un vidrio
30 de cal sodada transparente estándar, capa de vidrio exterior **201** de 2.5 mm de espesor y una capa de vidrio interior **202** verde de cal sodada con propiedades

solares de 2.1 mm de espesor. La superficie dos **102** (Figura 1A) de la capa de vidrio exterior **201** tiene un recubrimiento reflectante de IR **18** con eliminación de bordes de 6 mm. Se corta una lámina de 20 µm de NPPVB **16** sustancialmente opaca y se inserta en el laminado adyacente a la superficie número dos **102** la capa de vidrio exterior **201**. Una película de SPD **44**, con barras colectoras **34** en extremos opuestos, está entre dos capas intermedias de plástico de 0.36 mm de espesor. La película SPD **44** tiene una transmitancia de luz del 20% en el estado activado y del 2% en el estado desactivado es decir sin alimentación. Se imprime un oscurecimiento de frita negra en la superficie cuatro **104** (Figura 1A) de la capa de vidrio interior **202**. El laminado ensamblado se procesa, utilizando un equipo estándar de laminación automotriz.

Ejemplo 5

El techo panorámico laminado ilustrado en la Figura 6 está compuesto por un vidrio de cal sodada transparente estándar, una capa de vidrio exterior **201** de 2.5 mm de espesor y una capa de vidrio interior **202** de aluminosilicato templado químicamente de 0.7 mm de espesor. La superficie dos **102** (Figura 1A) de la capa de vidrio exterior **201** tiene un recubrimiento reflectante de IR **18** con eliminación de bordes de 6 mm. Dos láminas de 20 µm de NPPVB **16** sustancialmente opaco se cortan y se insertan en el laminado adyacente a la superficie dos **102** y tres **103** (Figura 1A). Una película de SPD **44**, con barras colectoras **34** en extremos opuestos, está entre dos capas intermedias de plástico de 0.36 mm de espesor. La película SPD **44** tiene una transmitancia de luz del 20% en el estado activado y del 2% en el estado desactivado, es decir sin alimentación. El laminado ensamblado se procesa, utilizando un equipo estándar de laminación automotriz.

Ejemplo 6

El ejemplo 6 es el mismo que en el Ejemplo 5 pero con una capa de vidrio interior **202** curvada en frío.