

LAMINADO AUTOMOTRIZ CON ACÚSTICA MEJORADA

Campo de la invención

La invención se refiere al acristalamiento laminado automotriz.

5

Antecedentes de la invención

En respuesta a los requisitos normativos para un incremento en la eficiencia de combustible automotriz, así como a la creciente concienciación pública y demanda de productos respetuosos con el medio ambiente, los fabricantes de equipos originales automotrices (u OEM del inglés *Original Equipment Manufacturer*) en todo el mundo han estado trabajando por mejorar la eficiencia de sus vehículos.

Uno de los elementos clave de esta estrategia para mejorar la eficiencia ha sido el peso ligero. Con frecuencia, materiales y procesos convencionales más tradicionales y menos caros están siendo sustituidos por nuevos materiales y procesos innovadores que, aunque algunas veces son más caros, todavía tienen una utilidad mayor que los materiales y procesos que están siendo sustituidos debido a su menor peso y el correspondiente aumento de la eficiencia de combustible. Algunas veces, los nuevos materiales y procesos también conllevan funcionalidad añadida además de su peso más ligero. El acristalamiento de vehículos no ha sido una excepción.

Al reducir el peso del vehículo pueden obtenerse mejoras sustanciales en el consumo de energía. Esto es especialmente importante para vehículos eléctricos en los que la mejora se traduce directamente en un aumento de la autonomía del vehículo, lo cual es una preocupación clave de los consumidores.

- Desde hace muchos años, se ha usado vidrio templado para todas las posiciones distintas del parabrisas, donde se requiere vidrio laminado recocido. Las ventanas templadas automotrices han tenido normalmente un espesor de 5 mm. En los últimos años, se ha reducido el espesor hasta tan sólo 3.2 mm. Aunque una reducción de 1.8 mm puede no parecer significativa, a una densidad de 2500 kg por metro cúbico para el vidrio flotado de cal sodada convencional típico, cada milímetro que se reduce el espesor disminuye el peso en 2.5 kg por metro cuadrado. El peso de un vehículo que requiere 3 metros cuadrados de acristalamiento para las puertas delanteras y traseras, aletas y luneta trasera que pasa desde 5 mm hasta 3.2 mm se reduce en 13.5 Kg.
- 10 Además, el área acristalada de los vehículos ha ido creciendo constantemente. Los grandes parabrisas y techos panorámicos de vidrio populares son sólo un ejemplo de esta tendencia. Un parabrisas panorámico es un parabrisas en el que el borde superior se ha extendido sustancialmente de manera que comprende una parte del techo del vehículo. En la actualidad, se disponen de vehículos SUV y otros tipos de vehículos que
- 15 tienen un área acristalada de más de seis metros cuadrados.

Con la reducción del peso, hay algunos inconvenientes. Aunque muchos factores influyen en la transmisión del sonido, entre los más importantes se encuentran la densidad y la masa. A medida que se reducen la densidad y la masa, el nivel de sonido transmitido aumenta. A medida que un acristalamiento automotriz se hace más delgado y más ligero, la atenuación del sonido se degrada con la reducción de la masa. La densidad también desempeña un papel con algunas composiciones de vidrio comúnmente usadas para templado químico que tienen una densidad inferior a la del vidrio de cal sodada.

La menor masa del vidrio más delgado y más ligero permite que entre más sonido en el compartimento de pasajeros. Pasar desde 5 mm hasta 3.2 mm en las puertas delanteras y traseras tiene un impacto apreciable y no deseado sobre el nivel de ruido dentro del vehículo.

Una solución que se ha encontrado que es eficaz en la reducción de la transmisión del sonido es el uso de acristalamiento laminado. La atenuación del sonido aumenta cuando la energía encuentra un cambio en la densidad del material a través del cual está pasando. El cambio en la densidad, al pasar de vidrio a plástico a vidrio en un laminado convencional, da como resultado una atenuación mucho mejor que en acristalamiento templado monolítico del mismo espesor.

Los laminados son, en general, artículos compuestos por múltiples láminas de material delgado, con respecto a su longitud y anchura, teniendo cada lámina delgada dos caras principales dispuestas de manera opuesta y normalmente de espesor relativamente uniforme, que se unen de manera permanente entre sí a lo largo de al menos una cara principal de cada lámina.

El vidrio de seguridad laminado se fabrica uniendo dos láminas 201, 202 de vidrio recocido entre sí usando una capa adhesiva de plástico compuesta por una lámina delgada de termoplástico transparente 4 (capa intermedia) tal como se muestra en la Figura 1B.

Otra solución usada para compensar la degradación de la atenuación resultante del uso de vidrio más delgado y más ligero, así como mejorar la atenuación de laminados habituales, ha sido el uso de capas intermedias acústicas en el acristalamiento laminado. Capas intermedias que pueden amortiguar el sonido, por encima y más allá del nivel de atenuación de un laminado normal, están compuestas en su totalidad o en parte por una capa de plástico que es más blanda y más flexible que la usada normalmente. Una reducción de hasta 6 dB a determinadas frecuencias resulta típica.

En un acristalamiento móvil de puerta, resulta típico tener múltiples orificios perforados a través del vidrio cerca del borde inferior del vidrio (Figura 1A). Estos orificios se usan para montar el acristalamiento en el mecanismo de elevación de ventana. Los orificios pasantes permiten una fijación sencilla y rápida durante el

ensamblaje vía medios de fijación 26. Estas fijaciones por orificios pasantes también son muy fiables.

Cuando se sustituye un acristalamiento templado por un acristalamiento laminado, deben realizarse cambios en el diseño del acristalamiento debido a las limitaciones del
5 vidrio recocido.

Uno de los principales problemas que se encuentran al fabricar vidrio recocido con orificios a través del vidrio es que los orificios crean puntos débiles que conducen a rotura. Los orificios en el vidrio no se realizan usando los métodos de retirada de material tradicionales que se usan con metales y plásticos. El vidrio es un material
10 frágil. Aunque muestra un comportamiento elástico casi perfecto, no experimenta deformación plástica bajo esfuerzo. Bajo esfuerzo, el vidrio se curvará pero no se deformará a menos que se empuje hasta el punto de rotura. Antes de este punto, el vidrio se flexionará de vuelta a su forma original cuando se retire la fuerza. Como resultado, no puede cortarse, perforarse o mecanizarse de otro modo mediante los
15 mismos métodos que se usan para plásticos, madera y metales. El vidrio se romperá. Se necesita realizar los orificios amolando el vidrio. Además, resulta deseable usar dos barrenas de perforación/amolado que se encuentren en el centro del espesor del vidrio para evitar el astillamiento que se produce cuando una única barrena de perforación/amolado surge a través del lado opuesto. Esto crea defectos en la
20 superficie del vidrio y en las paredes del orificio que también pueden conducir a rotura. El estado de compresión de la superficie de una pieza de vidrio templado requiere un nivel de esfuerzo mucho mayor para abrir los defectos de superficie y romperse y, por tanto, no es propenso a un alto nivel de rotura. Por consiguiente, los orificios no son prácticos en piezas de vidrio laminado.

25 Para montar un vidrio laminado de puerta, el tamaño del acristalamiento debe reducirse a lo largo del borde inferior para permitir soportes de montaje 20 que se unen al vidrio con un adhesivo (Figura 2A, 2B). Los orificios 30 en los soportes 20 sustituyen a los orificios que de lo contrario se perforarían en el vidrio. Los soportes 20

unidos tienen una tendencia a fallar a una tasa mucho mayor que sistemas de montaje con pernos pasantes debido a la degradación del adhesivo a lo largo del tiempo con la exposición a calor, humedad, productos químicos y UV que se transmiten a través del espesor del vidrio. Los soportes 20 y el trabajo requerido para unirlos al vidrio aumentan el ya alto costo del laminado. El peso de un par de soportes necesarios en un acristalamiento móvil de puerta es de aproximadamente 0.8 Kg y un 20% adicional al peso de vidrio. La densidad de empaquetamiento también se reduce, aumentando el costo de envío y manipulación.

Se producen algunas ventanas laterales templadas que no tienen orificios de montaje perforados a través de las mismas. En estas, un tipo más sencillo y más ligero de soporte que el usado con piezas laminadas se une al borde de vidrio. En estos tipos de piezas, con frecuencia los soportes deben reforzarse para compensar la menor resistencia del vidrio cuando se sustituye la pieza templada por un laminado.

Para sustituir una pieza templada de 4 mm de espesor (como en las Figuras 1A, 1B), un laminado que comprende dos capas de vidrio de 1.6 mm de espesor y una capa de 0.76 mm de espesor de capa intermedia de plástico, es una sección transversal común. Si se usa una capa interior químicamente templada, una sección transversal posible sería una capa de vidrio exterior de 2.1 mm, una capa de vidrio interior de 0.7 mm y una capa intermedia de plástico de 0.76 mm (como en las Figuras 2A, 2B).

En cualquiera de ambos ejemplos, aunque la capa de vidrio exterior puede reforzarse térmicamente, la capa de vidrio exterior es demasiado delgada como para lograr un templado completo y, por tanto, no es adecuada para montar orificios que van a usarse. Como resultado, la parte inferior del acristalamiento debe realizarse más pequeña para permitir unir los soportes de montaje al acristalamiento en lugar de los orificios que, de lo contrario, se habrían perforado en una pieza templada.

Otro inconveniente del acristalamiento laminado más delgado es la rigidez. Este problema es incluso mayor en puertas sin marco y cuando el usuario opera la ventana

a alta velocidad. Se ha observado una desviación de 20-30 mm por encima de 200 Km/h. Para reducir este efecto sobre laminados delgados, se usan soportes más pesados y adhesivos caros en un acristalamiento móvil de puerta.

5 Aunque el vidrio interior y exterior discurrirán directamente uno detrás del otro durante el proceso de curvado, ambas capas de vidrio no son perfectamente paralelas, por tanto, hay tolerancias de curvado.

Con el curvado con prensa un promedio de ± 0.75 mm es el estándar actual y el mejor de su clase por toda la superficie. Este es el principal motivo por el que se usa una capa intermedia de PVB de 0.76 mm que garantiza una buena unión duradera
10 entre las capas de vidrio.

En ese sentido, sería deseable proporcionar una solución a menor costo que tuviera la atenuación acústica de un laminado.

Breve resumen de la invención

15 En vez de laminar dos capas de vidrio delgadas entre sí o producir un acristalamiento monolítico completamente templado, se usa una sección transversal híbrida. El híbrido tiene dos capas de vidrio. La capa de vidrio exterior está compuesta por una capa de vidrio completamente templada. La capa de vidrio interior está compuesta por una capa de vidrio delgada que tiene un borde inferior que se extiende hasta por debajo de
20 la línea de cintura pero no se extiende completamente hasta el borde de la capa de vidrio exterior.

La línea de cintura es la línea formada por el borde visible inferior del acristalamiento de un vehículo. La línea de cintura de las puertas delantera y trasera de un vehículo es la porción en la que los sellos de ventana de puerta entran en contacto con el vidrio. La

porción del acristalamiento de puerta que está por debajo de la línea de cintura no está visible.

Dado que el acristalamiento es esencialmente una pieza templada convencional por debajo de la línea de cintura, pueden perforarse orificios pasantes convencionales y puede usarse hardware de montaje convencional. La sección por encima de la línea de cintura proporciona la totalidad de los mismos beneficios acústicos que un laminado. Puede usarse una capa intermedia acústica para mejorar adicionalmente la atenuación del sonido. Además, también pueden usarse todos los recubrimientos, películas, capas intermedias y composiciones de vidrio disponibles en la técnica para proporcionar muchas otras funcionalidades.

Debido al uso de una capa de vidrio exterior templada, en combinación con una capa de vidrio interior laminada, la invención también proporciona un nivel superior de durabilidad y seguridad.

La capa de vidrio interior puede reforzarse químicamente. La capa de vidrio interior también puede curvarse térmicamente o curvarse en frío hasta su forma final. Una capa de vidrio interior curvada en frío duplica la capacidad de curvado de vidrio de la línea.

Beneficios:

- La capa interior curvada en frío duplica la capacidad de curvado.
- Puede producirse usando procesos y equipos de vidrio automotriz convencionales.
- Mejor atenuación acústica que una pieza de vidrio templado.

En comparación con un acristalamiento laminado convencional:

- Menor costo
- Menor peso

- No se requieren soportes de montaje
 - Menor costo de ensamblaje
 - Mayor rigidez
 - Menos propenso a daños
- 5
- Menos propenso a rotura
 - Mayor densidad de empaquetamiento
 - Menor costo de envío y manipulación
 - Mayor resistencia a impactos
 - Mejor atenuación acústica

10

Breve descripción de las diversas vistas de los dibujos

Figura 1A muestra una ventana lateral monolítica temperada del estado de la técnica: vista derecha.

- 15
- Figura 1B muestra una ventana lateral monolítica temperada del estado de la técnica: vista en despiece.

Figura 1C muestra la sección transversal A de la Figura 1A.

Figura 2A muestra una ventana lateral del estado de la técnica: vista derecha.

Figura 2B muestra una ventana lateral del estado de la técnica: vista en despiece.

Figura 2C muestra la sección transversal B de la Figura 2A.

- 20
- Figura 3A muestra una ventana lateral con acústica mejorada: vista derecha.

Figura 3B muestra una ventana lateral con acústica mejorada: vista en despiece.

Figura 3C muestra la sección transversal C de la Figura 3A.

Números de referencia de los dibujos

- 25
- 4 Capa intermedia de plástico

	6	Oscurecimiento
	20	Soporte
	22	Borde de vidrio
	24	Orificio en el vidrio
5	26	medios de fijación
	28	Línea de cintura
	30	Orificio en el soporte
	101	Superficie uno
	102	Superficie dos
10	103	Superficie tres
	104	Superficie cuatro
	201	Capa de vidrio exterior
	202	Capa de vidrio interior

15 Descripción detallada de la invención

Se usa la siguiente terminología para describir el acristalamiento laminado de la invención.

En las Figuras 1B y 1C se ilustran secciones transversales de acristalamiento laminado automotriz típico. Un laminado está compuesto por dos capas de vidrio, la exterior o externa 201, y la interior o interna 202, que están unidas permanentemente entre sí mediante una capa de plástico 4 (capa intermedia). En un laminado, la superficie de vidrio que está en el exterior del vehículo se denomina superficie uno 101 o superficie número uno. La cara opuesta de la capa de vidrio exterior 201 es la superficie dos 102 o superficie número dos. La superficie del vidrio que está en el interior del vehículo se denomina superficie cuatro 104 o superficie número cuatro. La cara opuesta de la capa de vidrio interior 202 es la superficie tres 103 o superficie número tres. Las superficies dos 102 y tres 103 están unidas entre sí mediante la capa de plástico 4. También puede aplicarse un oscurecimiento (no se muestra) al vidrio. Los oscurecimientos están habitualmente compuestos por frita de esmalte negro impresa sobre cualquiera de la

superficie número dos 102 o número cuatro 104 o sobre ambas. El laminado puede tener un recubrimiento (no se muestra) sobre una o más de las superficies. El laminado también puede comprender una película laminada (no se muestra) entre al menos dos capas de plástico 4.

- 5 La Figura 1A muestra una sección transversal de acristalamiento automotriz templado típico. El acristalamiento templado está normalmente compuesto por una única capa de vidrio 201 que se ha sometido a reforzamiento térmico. La superficie de vidrio que está en el exterior del vehículo se denomina superficie uno 101 o superficie número uno. La cara opuesta de la capa de vidrio 201, la superficie interior del vidrio, es la
- 10 superficie dos 102 o superficie número dos. La superficie número dos 102 de un acristalamiento templado está en el interior del vehículo. También puede aplicarse un oscurecimiento (no se muestra) al vidrio. Los oscurecimientos están habitualmente compuestos por fritas de esmalte negro impresa sobre la superficie número dos 102. El acristalamiento puede tener un recubrimiento (no se muestra) sobre la superficie
- 15 número uno 101 y/o número dos 102.

El término “vidrio” puede aplicarse a muchos materiales orgánicos e inorgánicos, incluyendo muchos que no son transparentes. Para este documento sólo se hará referencia a vidrio transparente no orgánico. Desde un punto de vista científico, el vidrio se define como un estado de materia que comprende un sólido amorfo no

20 cristalino que carece de la estructura molecular ordenada de los sólidos verdaderos. Los vidrios tienen la rigidez mecánica de cristales con la estructura aleatoria de líquidos.

El vidrio se forma mezclando diversas sustancias entre sí y después calentándolas hasta una temperatura a la que se funden y se disuelven completamente unas en

25 otras, formando un fluido homogéneo miscible.

La mayor parte del vidrio plano a nivel mundial se produce mediante el proceso de vidrio flotado, comercializado por primera vez en la década de 1950. En el proceso de

vidrio flotado, se funden los componentes de partida en un recipiente refractario grande y después se extruye el vidrio fundido a partir del recipiente sobre un baño de estaño fundido en el que el vidrio flota. El espesor del vidrio se controla mediante la velocidad a la que se extrae el vidrio fundido del recipiente. A medida que el vidrio se
5 enfría y se endurece, la cinta de vidrio se transfiere a rodillos. El espesor del vidrio flotado puede variar normalmente en $\pm 50 \mu\text{m}$ a lo largo de una corta distancia debido a lo que se conoce como distorsión de línea de extracción. Esto es provocado por los medios mecánicos usados para extraer el vidrio fundido extruido del recipiente para dar una cinta delgada sobre la línea de flotación de vidrio plano.

10 Los tipos de vidrio que pueden usarse incluyen, pero no se limitan a: la variedad de cal sodada común típica de acristalamiento 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 incluyendo aquellas que no son transparentes. Las capas de vidrio pueden
15 estar compuestas por composiciones de vidrio de absorción de calor así como recubrimientos reflectantes de infrarrojos y otros tipos de recubrimientos.

La mayor parte del vidrio usado para recipientes y ventanas es vidrio de cal sodada. El vidrio de cal sodada se fabrica a partir de carbonato de sodio (soda), cal (carbonato de calcio), dolomita, dióxido de silicio (sílice), óxido de aluminio (alúmina) y pequeñas
20 cantidades de sustancias añadidas para alterar el color y otras propiedades.

El vidrio de borosilicato es un tipo de vidrio que contiene óxido bórico. Tiene un bajo coeficiente de dilatación térmica y una alta resistencia a productos químicos corrosivos. Se usa comúnmente para fabricar bombillas, artículos de vidrio de laboratorio y utensilios de cocina.

25 El vidrio de aluminosilicato se fabrica con óxido de aluminio. Es incluso más resistente a productos químicos que el vidrio de borosilicato y puede resistir temperaturas

mayores. El vidrio de aluminosilicato químicamente templado se usa ampliamente para pantallas en teléfonos inteligentes y otros dispositivos electrónicos.

Está disponible y se usa habitualmente una amplia gama de recubrimientos, usados para potenciar el rendimiento y las propiedades del vidrio. Estos incluyen, pero no se limitan a antirreflectante, hidrófobo, hidrófilo, autorreparable, autolimpiador, antibacteriano, antirrayado, antigrafitis, antihuellas y antideslumbramiento.

Los métodos de aplicación incluyen deposición al vacío por pulverización catódica con magnetron (MSVD del inglés *Magnetron Sputtered Vacuum Deposition*) así como otros conocidos en la técnica que se aplican mediante métodos pirolíticos, de pulverización, deposición controlada en fase de vapor (CVD del inglés *Controlled Vapor Deposition*), inmersión, sol-gel y otros métodos.

La mayoría de los recubrimientos se encuentran en uno de dos grupos: recubrimientos duros y recubrimientos blandos. Los recubrimientos duros son duraderos y pueden exponerse a la intemperie y al tacto. Los recubrimientos blandos se dañan fácilmente por el tacto y la exposición. Los recubrimientos blandos se protegen generalmente mediante aplicación a una de las superficies encerradas de una unidad de vidrio aislado o, en un laminado, a una de las caras principales adyacentes a la capa adhesiva de plástico.

Las capas de vidrio se forman usando curvado por gravedad, curvado por prensa, curvado en frío o cualquier otro medio convencional conocido en la técnica. En el proceso de curvado por gravedad, se soporta el vidrio plano cerca del borde de vidrio y después se calienta. El vidrio caliente se hunde hasta la forma deseada bajo la fuerza de la gravedad. Con el curvado por prensa, se calienta el vidrio plano y después se curva sobre un molde de superficie completo o parcial. Con frecuencia se usan presión de aire o vacío para ayudar en el proceso de curvado. En la técnica se conocen bien los métodos de curvado por gravedad y por prensa para formar vidrio y no se comentarán en detalle en la presente divulgación.

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

- Para uso automotriz, la capa adhesiva 4 (capa intermedia) más comúnmente usada es
- 5 butiral de polivinilo (PVB). El PVB tiene una adhesión excelente a vidrio y es ópticamente claro una vez laminado. Se produce mediante la reacción entre poli(alcohol vinílico) y n-butiraldehído. El PVB es claro y tiene una alta adhesión al vidrio. Sin embargo, el PVB en sí mismo es demasiado frágil. Deben añadirse plastificantes para hacer que el material sea flexible y darle la capacidad de disipar
- 10 energía a lo largo del rango de temperatura requerido para un automóvil. Sólo se usa un pequeño número de plastificantes. Normalmente son ésteres dicarboxílicos lineales. Dos de uso común son adipato de di-n-hexilo y di-n-heptanoato de tetraetilenglicol. Una capa intermedia de PVB automotriz típica está compuesta por el 30-40% en peso de plastificante.
- 15 Además de butiral de polivinilo, también pueden usarse polímeros ionoplásticos, etilenvinilacetato (EVA), resina líquida fundida moldeada *in situ* (CIP) y poliuretano termoplástico (TPU). Las capas intermedias automotrices se fabrican mediante un proceso de extrusión que tiene una tolerancia de espesor y variación de proceso. Dado que una superficie lisa tiende a pegarse al vidrio, haciendo difícil colocar el vidrio y
- 20 atrapar aire, para facilitar la manipulación de la lámina de plástico y la retirada de aire (desaireación) a partir del laminado, normalmente se graba la superficie del plástico aportando una variación adicional a la lámina. El espesor habitual para una capa intermedia de PVB automotriz es de 0.76 mm (30 mil) debido a las tolerancias de curvatura entre las dos capas de vidrio. Para apilamientos de tres capas intermedias
- 25 especiales habitualmente con PET entremedias, pueden usarse dos capas intermedias de PVB de 0.38 mm (15 mil).

Hay capas intermedias disponibles con capacidades potenciadas más allá de unir las capas de vidrio entre sí. La invención puede incluir capas intermedias diseñadas para

amortiguar el sonido. Tales capas intermedias están compuestas en su totalidad o en parte por una capa de plástico que es más blanda y más flexible que la usada normalmente. Una capa intermedia de PVB automotriz convencional tendrá una temperatura de transición vítrea típica de ~20°C mientras que un PVB acústico puede tener una de tan sólo 0°C. A temperaturas de sala de ensamblaje de laminado normales (< 20°C), puede ser difícil trabajar con una capa intermedia de PVB acústica. Tienden a ser muy blandas, flácidas y pegajosas haciendo que sean difíciles de manipular y colocar sobre el vidrio a medida que se ensambla el laminado. Se necesitan temperaturas inferiores a las temperaturas ambientales de sala de ensamblaje normales para ensamblar laminados que comprenden estos tipos de PVB acústicos monolíticos. Para abordar esta desventaja, se han introducido muchos productos de capas intermedias de tres capas. En el producto de tres capas, el material más blando se intercala entre dos capas delgadas del material de PVB normal. El espesor global sigue siendo como el de una capa intermedia de PVB habitual. La manipulación es como para una capa intermedia de PVB habitual.

La capa intermedia también puede ser de un tipo que tiene propiedades de atenuación solar.

Hay una amplia variedad de películas disponibles que pueden incorporarse en un laminado. Los usos para estas películas incluyen, pero no se limitan a: control solar, transmisión de luz variable, rigidez aumentada, integridad estructural aumentada, resistencia a la penetración mejorada, retención de los ocupantes mejorada, proporcionar una barrera, tintado, proporcionar un parasol, corrección del color y como sustrato para gráficos funcionales y estéticos. El término “película” incluirá estos así como otros productos que puedan desarrollarse o que estén actualmente disponibles que potencien el rendimiento, función, estética o costo de un acristalamiento laminado. La mayoría de las películas no tienen propiedades adhesivas. Para incorporarse en un laminado, se necesitan láminas de capa intermedia de plástico en cada lado de la película para unir la película a las otras capas del laminado.

El acristalamiento automotriz usa con frecuencia composiciones de vidrio de absorción de calor para reducir la carga solar sobre el vehículo. Aunque una ventana de absorción de calor puede ser muy eficaz, el vidrio se calentará y transferirá energía al compartimento de pasajeros mediante radiación y transferencia por convección. Un
5 método más eficaz es reflejar el calor de vuelta a la atmósfera permitiendo que el vidrio permanezca más frío. Esto se realiza usando diversos recubrimientos y películas reflectantes de infrarrojos. Los recubrimientos y películas de infrarrojos son generalmente demasiado blandos como para montarse o aplicarse a una superficie de vidrio expuesta a la intemperie. En vez de eso, deben fabricarse como una de las capas
10 internas de un producto laminado para impedir el daño y la degradación de la película o el recubrimiento.

Una de las grandes ventajas de una ventana laminada con respecto a un acristalamiento monolítico templado es que un laminado puede hacer uso de recubrimientos y películas reflectantes de infrarrojos además de composiciones y
15 capas intermedias de absorción de calor.

Los recubrimientos reflectantes de infrarrojos incluyen, pero no se limitan a, los diversos recubrimientos en capas de metal/dieléctrico aplicados mediante deposición al vacío por pulverización catódica con magnetrón (MSVD) así como otros conocidos en la técnica que se aplican mediante métodos pirolíticos, de pulverización, deposición
20 controlada en fase de vapor (CVD), inmersión y otros métodos

Las películas reflectantes de infrarrojos incluyen tanto sustratos de plástico con recubrimiento metálico así como películas ópticas no metálicas de base orgánica que reflejan en el infrarrojo. La mayoría de las películas reflectantes de infrarrojos están compuestas por un sustrato de película de plástico que tiene un recubrimiento
25 metálico en capas reflectante de infrarrojos aplicado.

El vidrio recocido es vidrio que se ha enfriado lentamente desde la temperatura de curvado hasta el rango de transición vítrea. Este proceso alivia cualquier esfuerzo que

quede en el vidrio del proceso de curvado. El vidrio recocido se rompe en grandes fragmentos con bordes afilados. Cuando se rompe el vidrio laminado, los fragmentos de vidrio roto se mantienen juntos, de manera similar a las piezas de un rompecabezas, mediante la capa de plástico (capa intermedia) que ayuda a mantener la integridad estructural del vidrio. Un vehículo con un parabrisas roto todavía puede conducirse. La capa de plástico también ayuda a prevenir la penetración de objetos que golpean el laminado desde el exterior y, en caso de accidente, se mejora la retención de los ocupantes.

Las capas de vidrio de un laminado pueden recocerse o reforzarse. Hay dos procesos que pueden usarse para aumentar la resistencia del vidrio. Son el reforzamiento térmico, en el que el vidrio caliente se enfría rápidamente y el templado químico que logra el mismo efecto mediante un tratamiento químico de intercambio iónico.

Puede usarse vidrio flotado de cal sodada completamente templado sometido a reforzamiento térmico en todas las posiciones del vehículo distintas del parabrisas.

El vidrio sometido a reforzamiento térmico (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 enfriamiento rápido del vidrio ablandado caliente. Cuando se rompe el vidrio templado, la tensión y la compresión ya no están equilibradas y el vidrio se rompe en pequeñas perlas con bordes romos. Para que se considere que el vidrio se ha sometido a reforzamiento térmico, este esfuerzo de compresión sobre la superficie del vidrio debe ser como mínimo de 69 megapascals (10,000 psi). Para que se considere vidrio de seguridad, el esfuerzo de compresión en superficie debe superar los 100 megapascals (15,000 psi).

El vidrio templado es mucho más fuerte que el vidrio laminado recocido. Los límites de espesor del proceso de reforzamiento térmico automotriz típico están en el intervalo de 3.0 mm a 3.6 mm. Esto se debe a la rápida transferencia de calor que se requiere. No es posible alcanzar la alta compresión en superficie necesaria con vidrio más

delgado usando los sistemas de enfriamiento rápido con aire a baja presión de tipo soplador típicos.

En el proceso de templado químico, se intercambian iones en y cerca de la superficie exterior del vidrio por iones que son más grandes. Esto pone la capa de vidrio exterior en compresión. Son posibles resistencias a la compresión de hasta 1,000 MPa. Los métodos típicos implican sumergir el vidrio en un depósito de sal fundida en el que tiene lugar el intercambio iónico. La superficie de vidrio no debe tener ninguna pintura o recubrimientos que interfieran con el proceso de intercambio iónico.

El curvado en frío es una tecnología relativamente nueva. Como el nombre sugiere, el vidrio se curva mientras está frío hasta su forma final, sin el uso de calor. En piezas con curvatura mínima, una lámina de vidrio plana puede curvarse en frío al contorno de la pieza. Esto es posible porque, a medida que disminuye el espesor de vidrio, las láminas se vuelven cada vez más flexibles y pueden curvarse sin inducir niveles de esfuerzo lo suficientemente altos como para aumentar significativamente la probabilidad de rotura a largo plazo. Pueden curvarse láminas delgadas de vidrio de cal sodada recocido, con espesores de aproximadamente 1 mm, hasta formas cilíndricas de radios grandes (más de 6 m). Cuando se somete el vidrio a reforzamiento químico o térmico, el vidrio puede resistir niveles mucho mayores de esfuerzo y puede curvarse a lo largo de ambos ejes mayores. El proceso se usa principalmente para curvar láminas de vidrio delgadas químicamente templadas (≤ 1 mm) hasta su forma.

Pueden formarse formas cilíndricas con un radio en una dirección de menos de 4 metros. Pueden formarse formas con curvado compuesto, es decir, curvatura en la dirección de ambos ejes principales, con un radio de curvatura en cada dirección de tan sólo aproximadamente 8 metros. Evidentemente, mucho depende del área de 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 curvada a la que está unido. Por tanto, la capa curvada debe compensarse para

contrarrestar la tensión. Para formas más complejas, con un alto nivel de curvatura, puede necesitarse someter parcialmente el vidrio plano a curvado térmico antes del curvado en frío.

5 El vidrio que va a curvarse en frío se coloca con una capa curvada hasta su forma y con una capa adhesiva colocada entre el vidrio que va a curvarse en frío y la capa de vidrio curvada. Se coloca el conjunto en lo que se conoce como una bolsa de vacío. La bolsa de vacío es un conjunto hermético de láminas de plástico, que encierran el conjunto y unidas entre sí en los bordes, lo que permite evacuar el aire del conjunto y lo que también aplica presión sobre el conjunto forzando que las capas entren en contacto.

10 Después se calienta el conjunto, en la bolsa de vacío evacuada, para sellar el conjunto. A continuación se coloca el conjunto en un autoclave que calienta el conjunto y aplica una 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 capa curvada y está fijado de manera permanente. El proceso de curvado en frío es muy similar a un proceso de bolsa de

15 vacío/autoclave convencional, bien conocido en la técnica, excepto por tener una capa de vidrio sin curvar añadida al apilamiento de vidrio. Dado que esta capa de vidrio interior ultradelgada (de 0.5 mm a 0.7 mm) es altamente flexible y se adapta bien a la capa de vidrio exterior más espesa, puede usarse una capa intermedia de PVB de 0.38 mm más delgada sin poner en peligro la durabilidad.

20

Descripción de realizaciones

Las diversas realizaciones de la invención se ilustran de manera genérica en las Figuras 3A, 3B, 3C. El tamaño y la forma reales de cada configuración pueden variarse para adaptarse a un diseño y posición de vehículo específico sin apartarse de la naturaleza

25 de la invención.

- Realización 1:** Se proporciona un acristalamiento laminado automotriz para la puerta delantera de un vehículo. El laminado tiene una curvatura compuesta con un radio horizontal de 12 metros y un radio vertical de 8 metros. La capa de vidrio exterior 201 está compuesta por una composición de absorción de calor verde solar de 3.0 mm de espesor. La capa de vidrio exterior 201 se somete a reforzamiento térmico para lograr un templado completo y también tiene dos orificios 24 de 12 mm, ubicados cerca del borde inferior, que se usan para montar el laminado en el mecanismo de ventana usado para subir y bajar el laminado. La capa de vidrio interior 202 está compuesta por un vidrio de aluminosilicato de 0.55 mm de espesor que se ha curvado hasta su forma y después se ha templado químicamente. El borde inferior 22 de la capa de vidrio interior 202 termina 12 mm por debajo de la línea de cintura 28 y no tiene orificios. Las dos capas 201, 202 se laminan entre sí por medio de una lámina de capa intermedia de PVB clara 4 de 0.76 mm de espesor usando un proceso de laminación automotriz convencional.
- Realización 2:** Se proporciona un acristalamiento laminado automotriz para la puerta delantera de un vehículo. El laminado tiene una curvatura compuesta con un radio horizontal de 10 metros y un radio vertical de 6 metros. La capa de vidrio exterior 201 está compuesta por una composición de absorción de calor verde solar de 4.0 mm de espesor. La capa de vidrio exterior 201 se somete a reforzamiento térmico para lograr un templado completo y también tiene dos orificios 24 de 12 mm, ubicados cerca del borde inferior, que se usan para montar el laminado en el mecanismo de ventana usado para subir y bajar el laminado. La capa de vidrio interior 202 está compuesta por un vidrio de aluminosilicato de 0.55 mm de espesor que se ha curvado hasta su forma y después se ha templado químicamente. El borde inferior 22 de la capa de vidrio interior 202 termina 12 mm por debajo de la línea de cintura 28 y no tiene orificios. Las dos capas 201, 202 se laminan entre sí por medio de una lámina de capa intermedia de PVB clara 4 de 0.76 mm de espesor usando un proceso de laminación automotriz convencional.

Realizaciones 3 a 4: Se producen los laminados híbridos de las realizaciones 1 y 2 en donde la capa de vidrio exterior 201, en lugar de estar uniformemente templada, está completamente templada debajo de la línea de cintura 28 y semi-templada encima de la línea de cintura 28, de modo que se mantenga visibilidad al romperse.

- 5 **Realizaciones 5 a 8:** Se producen los laminados híbridos según las realizaciones 1 a 4 en donde la capa de vidrio interior 202 está curvada en frío.

Realizaciones 9 a 16: Se producen los laminados híbridos según las realizaciones 1 a 8 en donde se usa una capa intermedia acústica 4.

- 10 **Realizaciones 17 a 24:** Se producen los laminados híbridos según las realizaciones 1 a 8 en donde se usa una capa intermedia clara 4 de 0.38 mm de espesor.

Realizaciones 25 a 32: Se producen los laminados híbridos según las realizaciones 1 a 8 sin orificios. Los soportes se adhieren al vidrio.